



GeoWall

расчёт ограждения
котлованов

Юдаков Алексей Вадимович

Программы для геотехнических расчетов



Malinin software
GeoWall



Malinin software
Alterra



Malinin software
GeoPlate



Malinin software
GeoStab



Malinin software
Pile



Malinin software
Plug



Malinin software
GeoBook

Расчет устойчивости откосов и склонов

Расчетная схема

Коэффициент уст.
 Оползневое давл.

Задана

Анализ

Феллениуса

Норм. знач. K_u 1,25

Параметры расчета

3D

X0, м 33,17
Y0, м 57,98
R, м 23,72

Крупнощит.

Панор.

Анализ

Отчет

Отображать МинКу 1
 Области МаксКу 3
 Лавини Шагов 10

Результаты перебора

Результаты проверки расчетной схемы

Ошибок: 0
Предупреждений: 0
Подозрительных: 0

Определение коэффициента устойчивости

Коэфф-т устояч. (КУ)	1,469
Метод расчета КУ	Феллениуса
Направление сдвига	Слева-направо
Количество отсеков	30
Площадь призмы	128,83 м ²

Анализ призмы сдвига. Расчет выполнен методом Феллениуса

Отсек	Диаграмма	Характеристики	Взаимодействие отсеков
Вес		109,7 кН/м	
Распр. нагрузка		28,5 кН/м	
Нормальн. нагрузка		205,3 кН/м	
Реакция основания		282,4 кН/м	
Трение		85,6 кН/м	
Сцепление		11,7 кН/м	

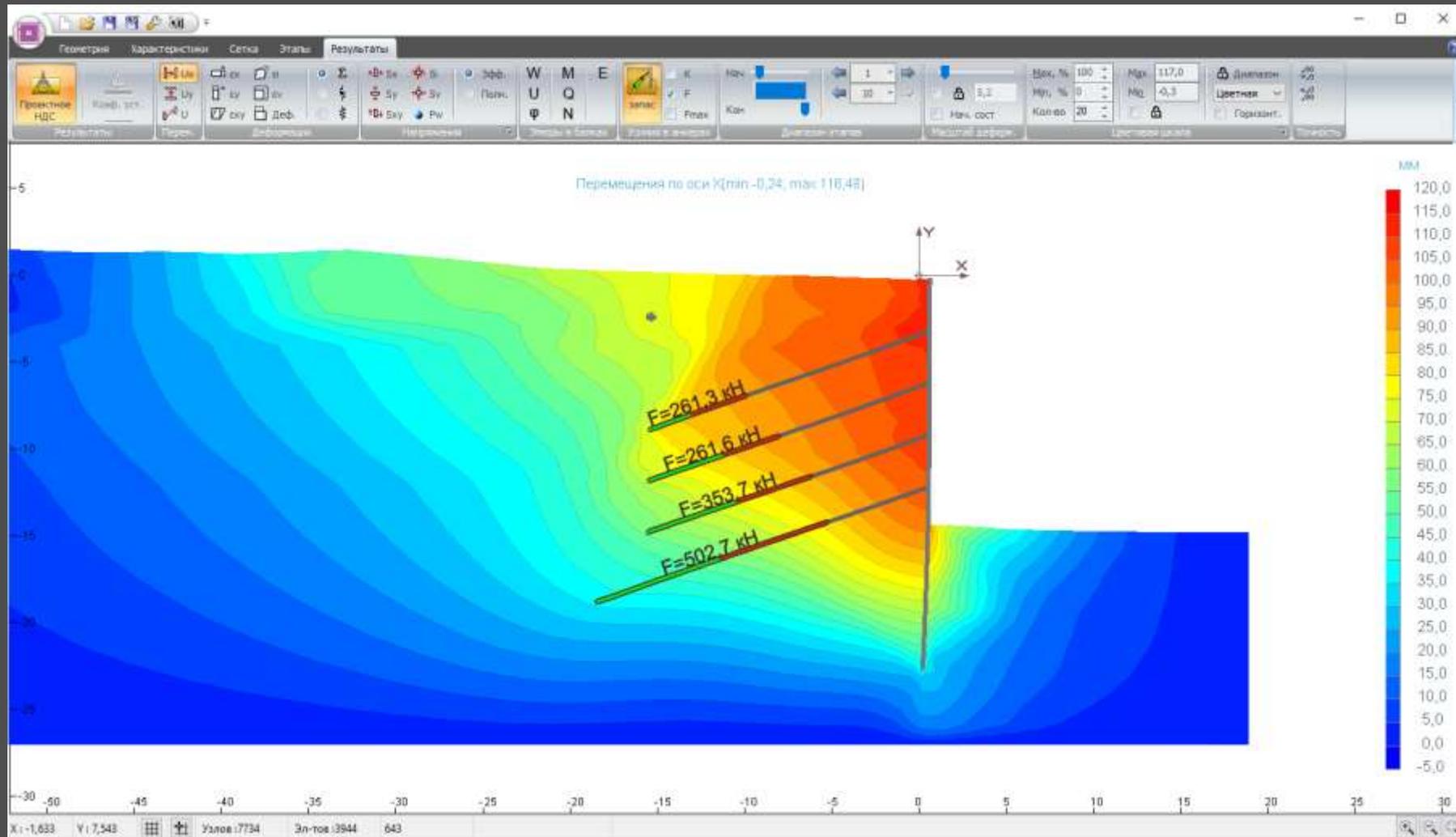
Номер отсека: 5

Коэфф-т устояч. (КУ)	1,469
Метод расчета КУ	Феллениуса
Направление сдвига	Слева-направо
Количество отсеков	30
Площадь призмы	128,830 м ²

Alterra

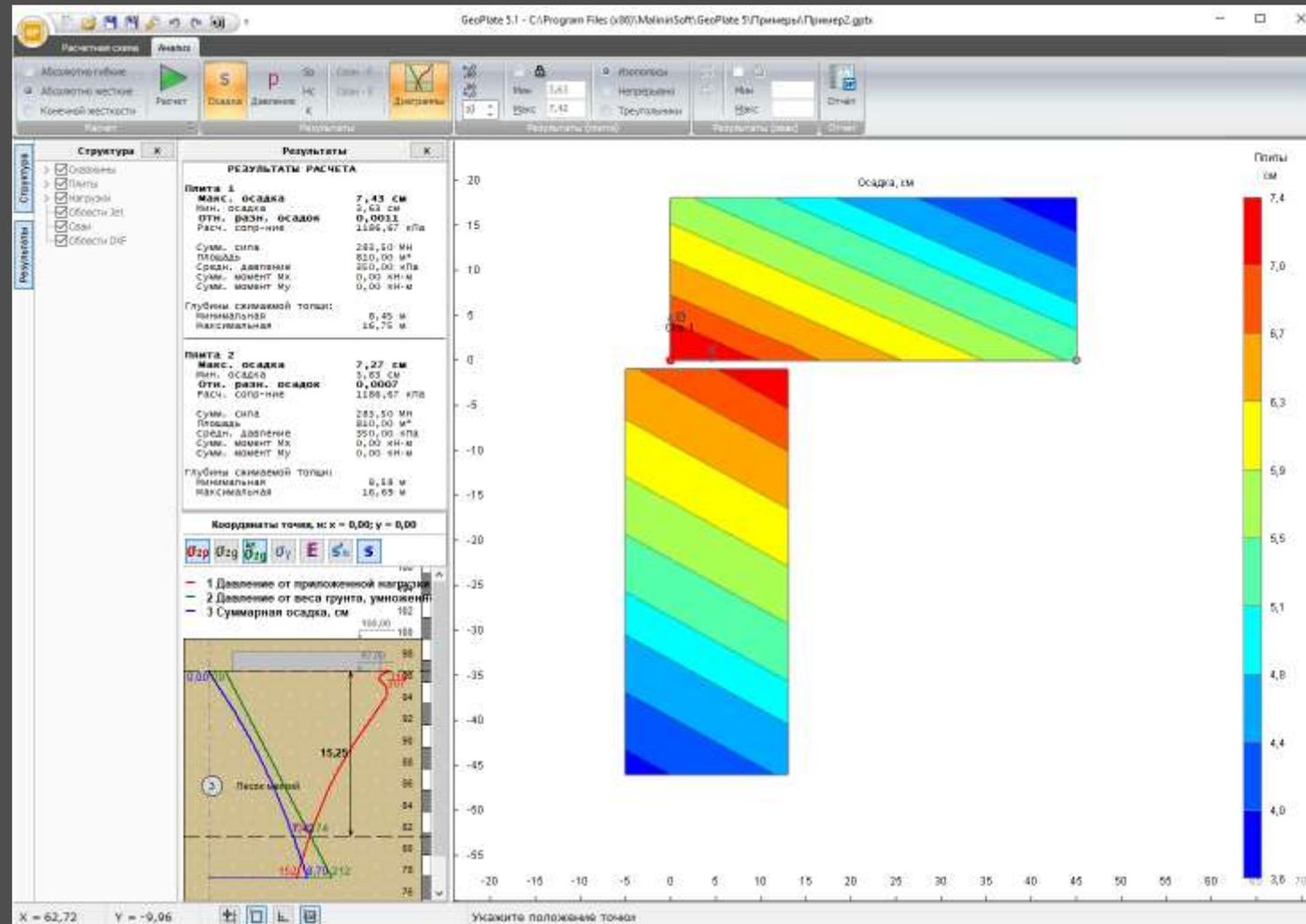
Malin soft

Конечно-элементный расчет в 2D

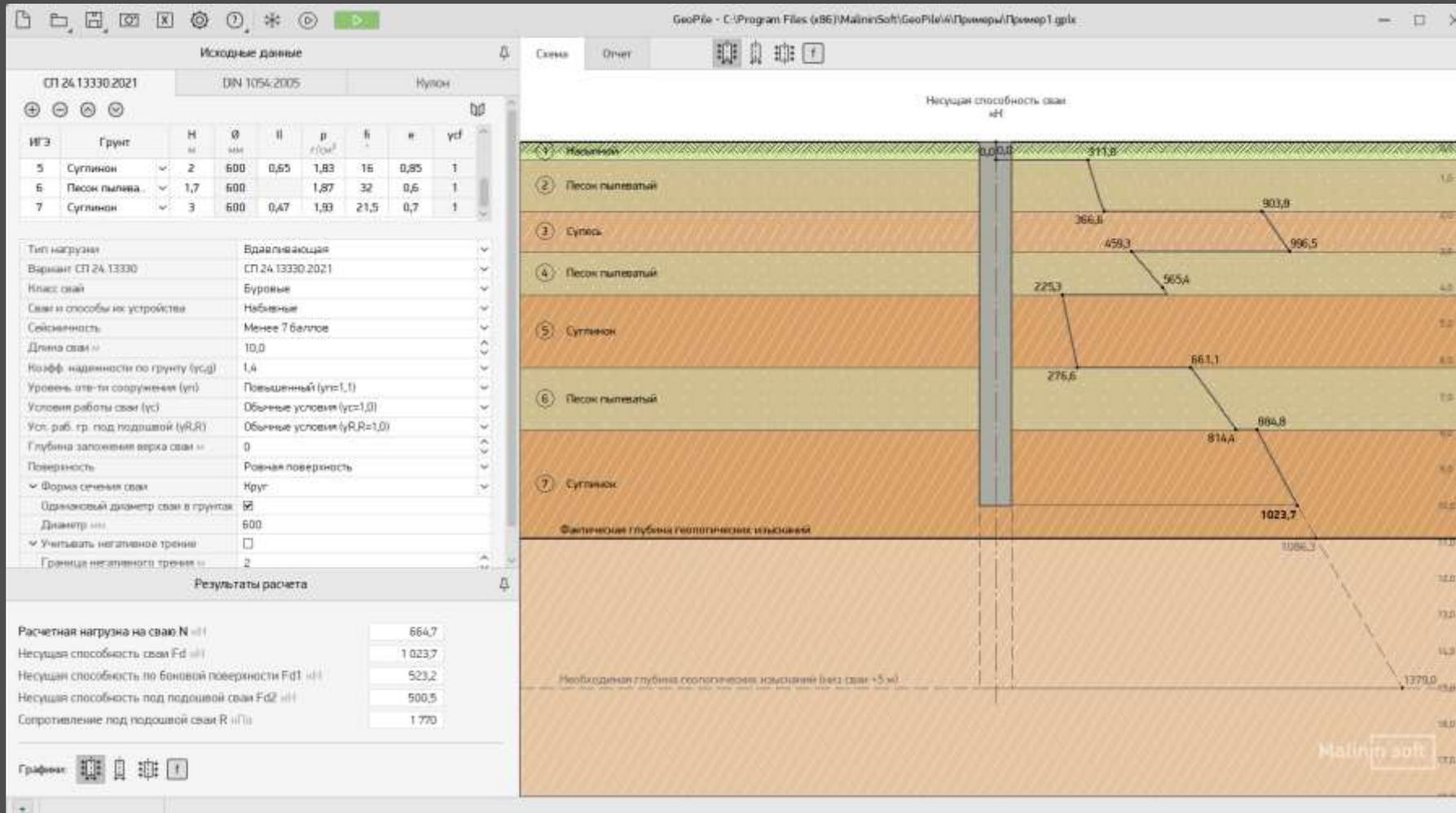


GeoPlate

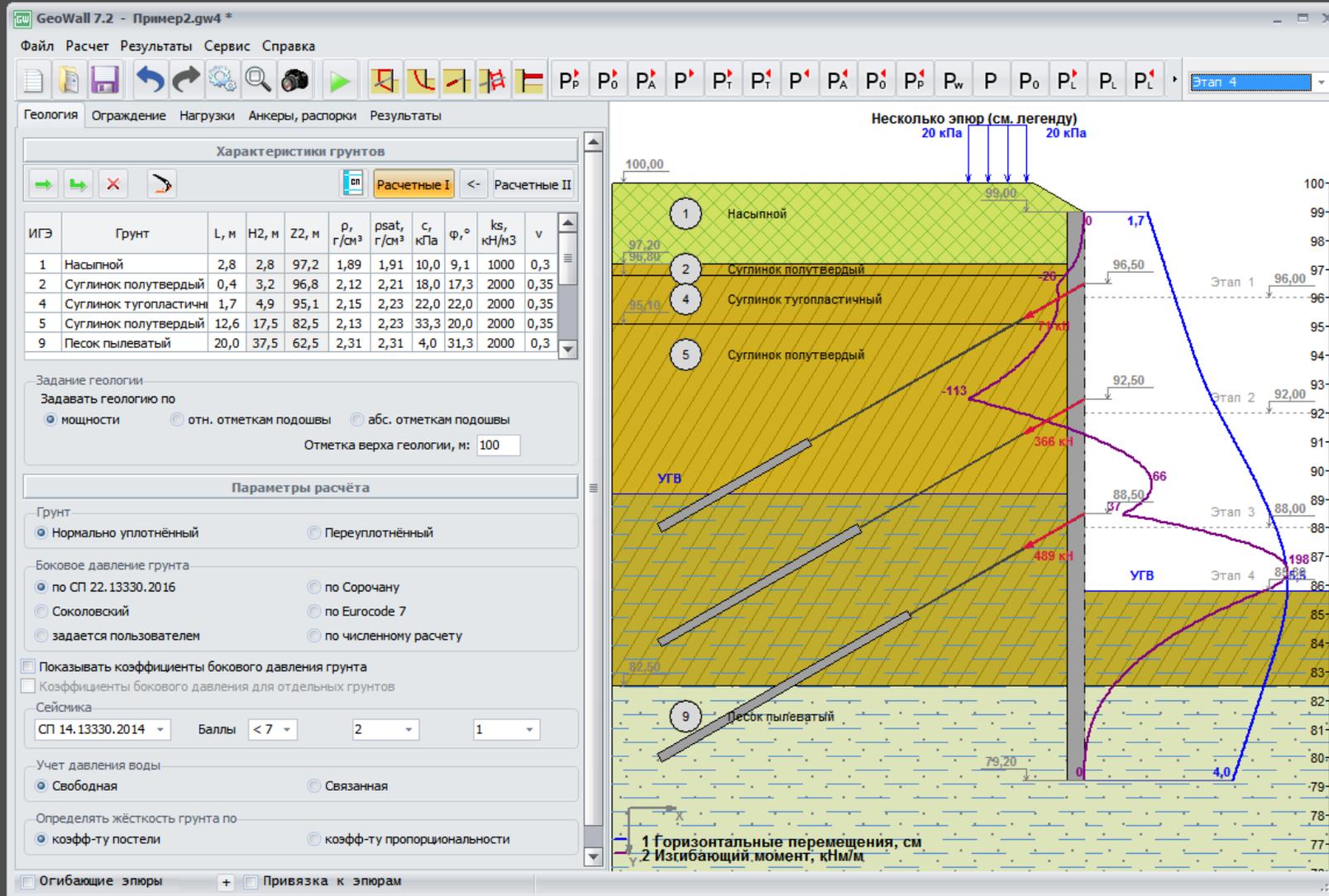
Расчет осадки фундаментов



Расчет несущей способности свай по грунту

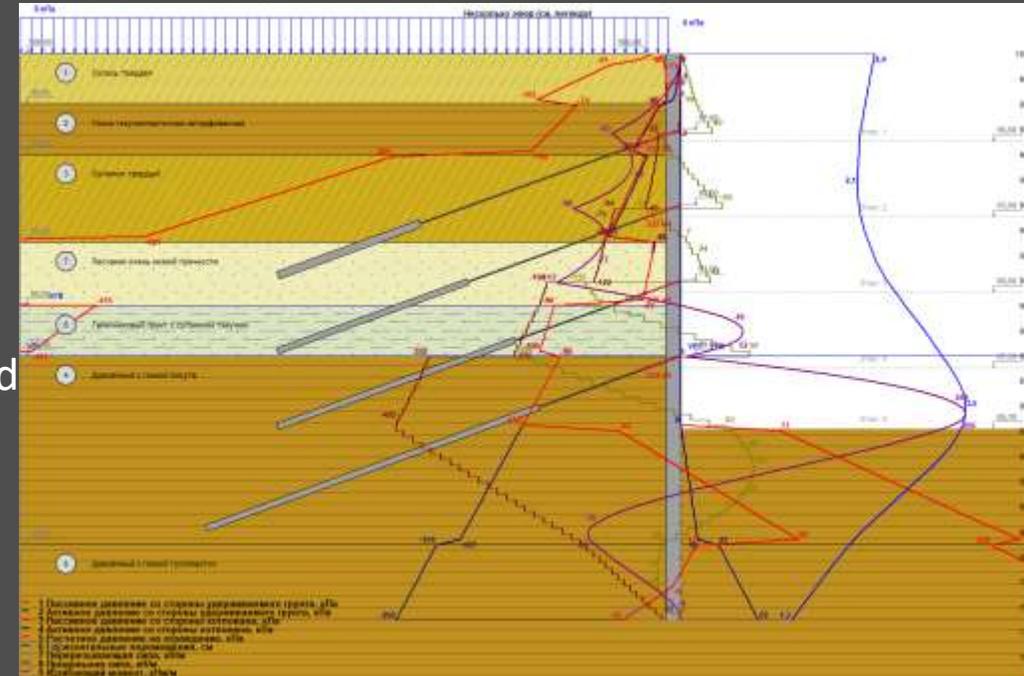


Расчет ограждения котлованов



Возможности GeoWall

- Расчет давления на ограждение;
- Расчет изгибающего момента, продольных и поперечных усилий в ограждении;
- Расчет перемещения ограждающей конструкции;
- Расчет ограждения котлована на прочность и устойчивость;
- Учет сейсмического воздействия;
- Расчет усилий в анкерах и распорных системах;
- Расчет эффективных характеристик сечения для "стены в грунте", буровых свай: момент инерции, модуль упругости, площадь;
- Учет берм;
- Расчет с учетом поэтапной разработки грунта в котловане;
- Учет уровня воды слева и справа выше дна котлована;
- Учет поэтапного изменения УГВ;
- Учет "пионерного" котлована и распределенных нагрузок;
- Графический отчет с результатами расчета в формате MS Word





3. Анкер

4. Распорка

5. Берма

2. Грунт

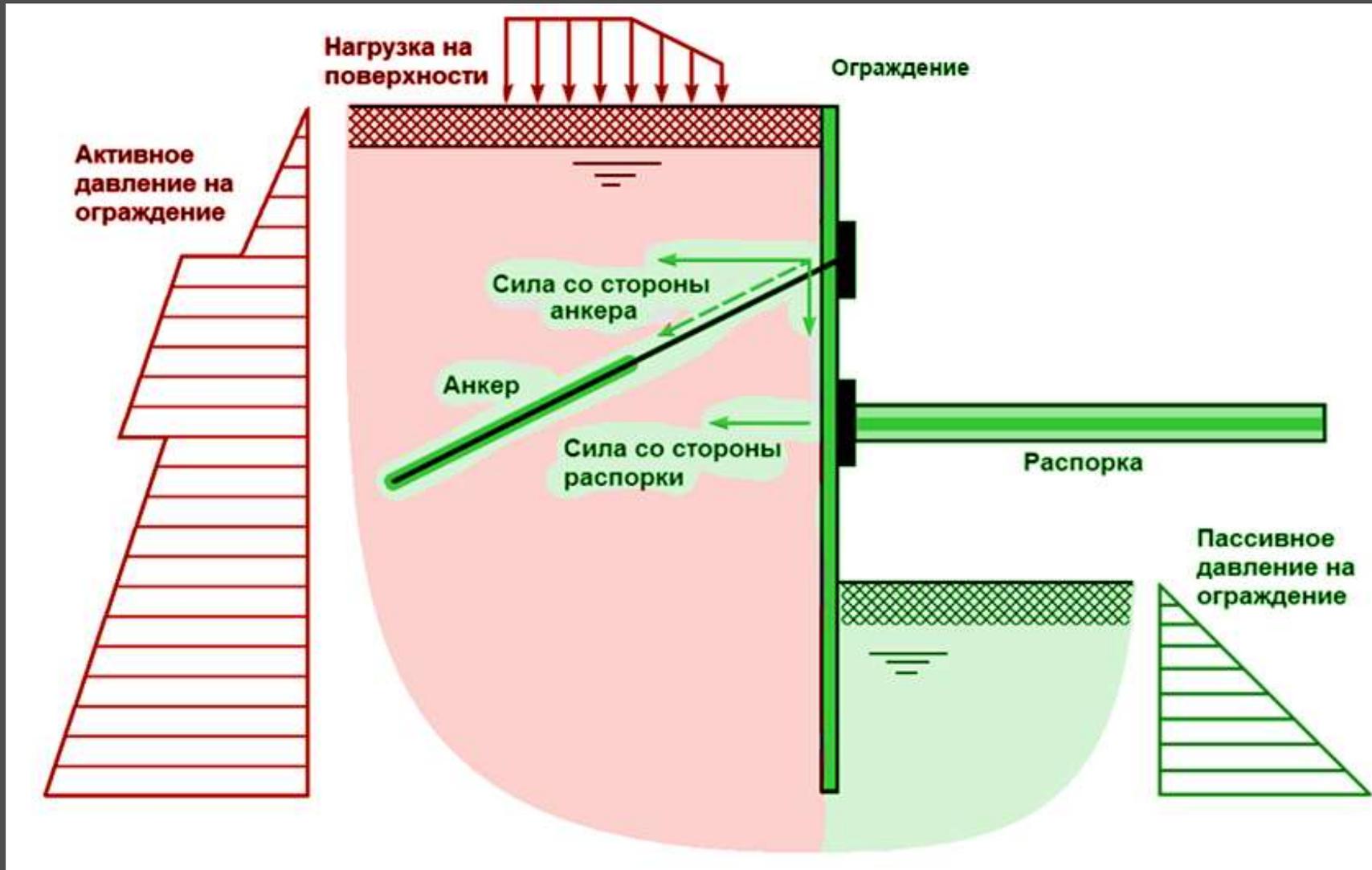
1. Ограждение

101
100
99
98
97
96
95
94
93
92

Силы

Активные

Реакции

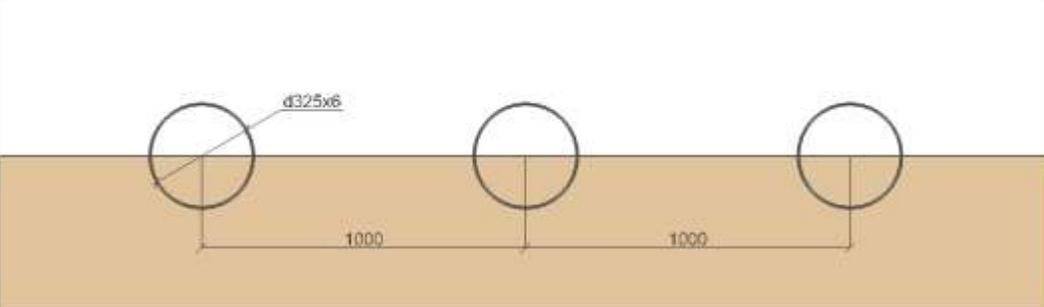


Шпунты, двутавры, трубы

Malin soft

Ограничение

Параметры		Анализ	
Тип ограждения	Трубы	Труба	
Длина м	8,00	Площадь сечения A (1 п.м.), см ²	60
Шаг мм	1000	Момент инерции J (1 п.м.), см ⁴	7651
Кэф. условной работы (γ _н)	0,33	Высота сечения H, мм	325
ГОСТ	ГОСТ 10704-91	Момент сопротивления W (1 п.м.), см ³	471
Диаметр мм	325	Модуль упругости, МПа	210000
Толщина мм	6	Норм. предел прочности, МПа	196,0
Класс прочности	Без термической об.	Плотность, кг/м ³	7850
Марка стали	08пс		

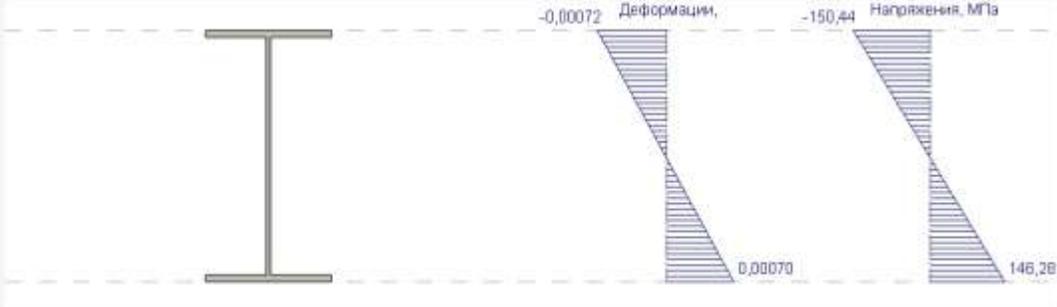


Ограничение

Параметры		Анализ	
Тип ограждения	Двутавры	Двутавр	
Длина м	8,00	Методика расчета	СП 16.13330.2017 (прочность)
Шаг мм	1000	Момент инерции	150
Кэф. условной работы (γ _н)	0	Продольная нагрузка кН/м	15
ГОСТ	ГОСТ Р 57837-2017	Перевыполнение сила кН/м	70
Тип	Тип Б	Результаты расчета	
Профиль	40Б1	Обобщенный коэф. запаса: 1,48	
Класс прочности	C245Б		

Название расчета	Кэфф.
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (момент)	1,50
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (напряжения)	1,68
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (касательные напряжения)	9,17
расчет на прочность при действии продольной силы с изгибом	1,48

Жесткостные свойства сечения	Значение
Поперечная жесткость EA (1 эл-т), МН	15154



Железобетонные ограждения («Стена в грунте»)

Malin soft

Ограждение

Тип ограждения: Стена в грунте

Длина l : 8,00

Коеф. условий работы (γ_k): 0,67

Бетон
 Два ряда арматуры d25

Форма бетона: Стена в грунте

Норматив: СП 63.13330.2018

Класс бетона: В30

Толщина h : 600

Параметры

Бетон

Площадь сечения A (1 п.м.), cm^2	6000
Момент инерции J (1 п.м.), cm^4	1800000
Высота сечения H , мм	600
Момент сопротивления W (1 п.м.), cm^3	60000
Модуль упругости, МПа	32500
Прочность на сжатие, МПа	22,0
Прочность на растяжение, МПа	1,8

Два ряда арматуры d25

Площадь сечения A (1 п.м.), cm^2	48
Момент инерции J (1 п.м.), cm^4	27708
Высота сечения H , мм	500
Момент сопротивления W (1 п.м.), cm^3	1108
Модуль упругости, МПа	200000
Норм. предпр. прочности, МПа	500,0
Плотность, kg/m^3	7850

Ограждение

Тип ограждения: Стена в грунте

Длина l : 8,00

Коеф. условий работы (γ_k): 0,67

Бетон
 Два ряда арматуры d25

Форма бетона: Стена в грунте

Норматив: СП 63.13330.2018

Класс бетона: В30

Толщина h : 600

Параметры

Методика расчета: СП 63.13330.2018 (НДМ)

Момент M (кН/м): 150

Продольная нагрузка N (кН/м): 15

Перерезывающая сила Q (кН/м): 70

Результаты расчета
 Обобщенный коефф. запаса: 3,66

Название расчёта	Коефф.
НДМ - бетон, наиболее сжатое волокно	11,01
НДМ - арматура, наиболее сжатый участок	7,43
НДМ - арматура, наиболее растянутый участок	3,66

Жесткостные свойства сечения	Значение
Продольная жесткость EA (1 эл-т), МН	2644,1
Изгибная жесткость EJ (1 эл-т), МНм	103,8
Площадь A (1 эл-т), cm^2	3720
Модуль упругости, МПа	7108
Геом. момент инерции J (1 эл-т), cm^4	1660833

Железобетонные ограждения (БНС)

Malin soft

Ограждение

Тип ограждения	Буровые сваи
Длина, м	5,00
Шаг, мм	1000
Коеф. взаимодействия	0,67

Бетон

Арматурный каркас d25 x 10

+ Арматура

+ Бетон

Удалить

Форма бетона	Сваи
Норматив	СП 63.13330.2018
Класс бетона	B30
Количество рядов	1
Расстояние между рядами, мм	
Диаметр свай, мм	600

Параметры

Анализ

Бетон	
Площадь сечения A , см ²	2827
Момент инерции J , см ⁴	636173
Высота сечения H , мм	600
Момент сопротивления W , см ³	21206
Прочность на сжатие, МПа	22,0
Прочность на растяжение, МПа	1,8

Арматурный каркас d25 x 10	
Площадь сечения A , см ²	49
Момент инерции J , см ⁴	15359
Высота сечения H , мм	488
Момент сопротивления W , см ³	629
Модуль упругости, МПа	200000
Норм. предел прочности, МПа	500,0
Плотность, кг/м ³	7850

Ограждение

Тип ограждения	Буровые сваи
Длина, м	8,00
Шаг, мм	1000
Коеф. условий работы (η)	0,67

Бетон

Арматурный каркас d25 x 10

+ Арматура

Удалить

Форма бетона	Сваи
Норматив	СП 63.13330.2018
Класс бетона	B30
Количество рядов	1
Расстояние между рядами, мм	300
Диаметр свай, мм	600

Параметры

Анализ

Методика расчета

СП 63.13330.2018 (НДМ)

Момент M (кН·м)

100

Продольная нагрузка N (кН)

90

Перерезывающая сила Q (кН)

50

Результаты расчета

Обобщенный коефф. запаса: 2,58

Название расчёта	Коефф.
НДМ - бетон, наиболее сжатое волокно	6,17
НДМ - арматура, наиболее сжатый участок	4,30
НДМ - арматура, наиболее растянутый участок	2,58

Жесткостные свойства сечения	Значение
Продольная жесткость EA (I эл-т), МН	1483,6
Изгибная жесткость EJ (I эл-т), МНм	39,1
Площадь A (I эл-т), см ²	1677
Модуль упругости, МПа	8946
Геом. момент инерции относительно Y (I эл-т), см ⁴	661476

Произвольный тип ограждения

Malin soft

GeoWall 8.1

Расчетная схема Анализ

Геология Ограждение Этапы Бермы Нагрузки Вода ГУ_с Распорки Анкеры Помощник Проверка Настройки

Редактор свойств

Ограждение

Тип ограждения	<Другое>
Длина м	8,00
Шаг мм	1000
Коеф. условий работы (γ _к)	0
Сечения	<Другое>
ГОСТ стали	<Другое>
Площадь сечения А см ²	16,9
Момент инерции J см ⁴	144,2
Ширина сечения мм	200
Высота сечения мм	200
Модуль упругости МПа	120000
Норм. предел прочности МПа	379,0
Плотность кг/м ³	7850

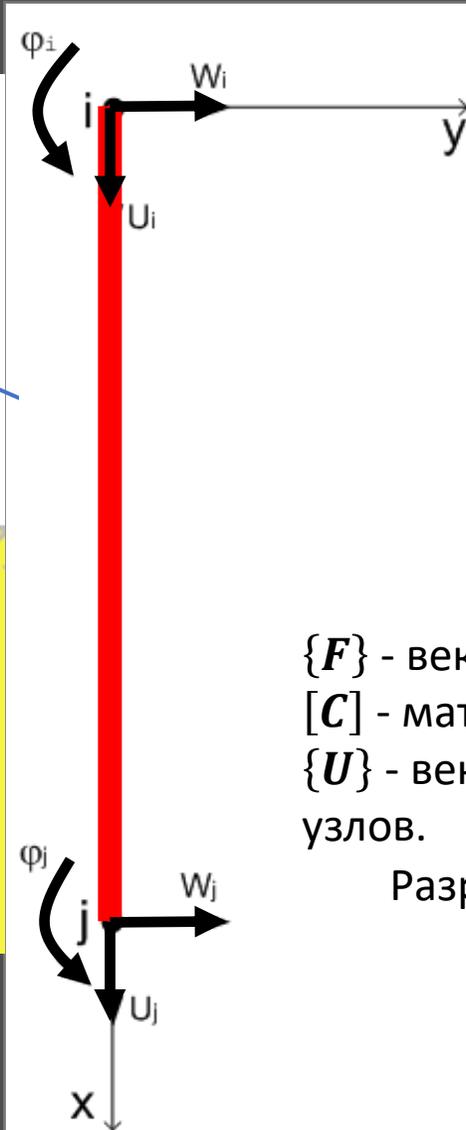
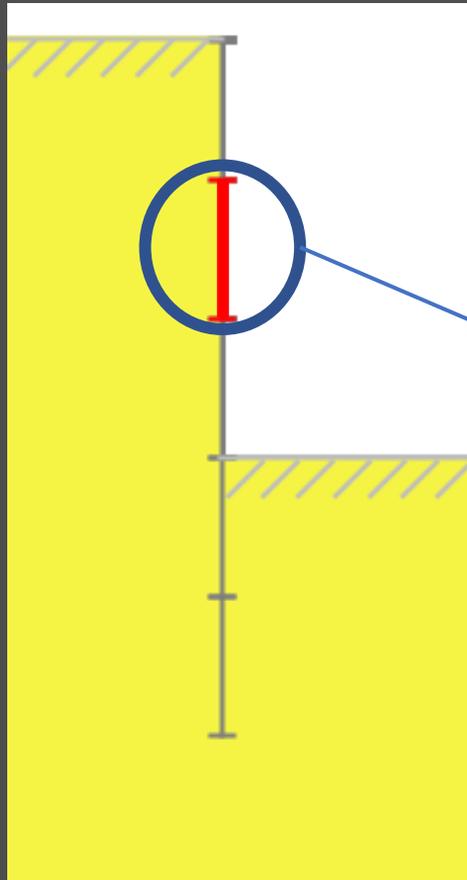
Этапы 1 +

20 кПа 100,00

96,50 Этап 1

92,00

X = -4,99 Забс. = 101,96



Перемещения

$$\{U_i\} = \begin{Bmatrix} w_i \\ u_i \\ \varphi_i \end{Bmatrix} \quad \{U\} = \begin{Bmatrix} \{U_i\} \\ \{U_j\} \\ \dots \end{Bmatrix}$$

Силы и моменты

$$\{F_i\} = \begin{Bmatrix} F_{ix} \\ F_{iy} \\ M_i \end{Bmatrix} \quad \{F\} = \begin{Bmatrix} \{F_i\} \\ \{F_j\} \\ \dots \end{Bmatrix}$$

$$\{F\} = [C]\{U\}$$

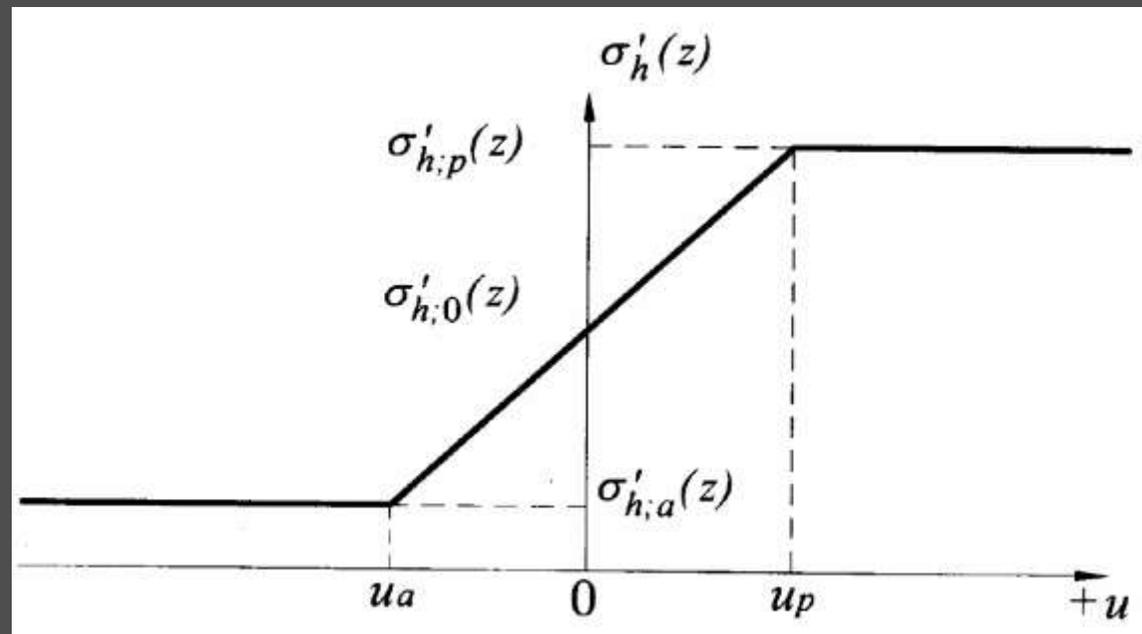
$\{F\}$ - вектор сил, действующих на узлы балки,
 $[C]$ - матрица жесткости балочных элементов,
 $\{U\}$ - вектор перемещений и углов поворотов узлов.

Разрушение ограждения, пластика в грунте

$$[C] = [C(U)] \quad \{F\} = \{F(U)\}$$

$$\{F(U)\} = [C(U)]\{U\}$$

Расчет давления грунта на ограждение СП 22.13330.2016



$$\sigma_{h,a} = K_a(\gamma z + q) - 2c\sqrt{K_a}$$

$$\sigma_{h,p} = K_p(\gamma z + q) + 2c\sqrt{K_p}$$

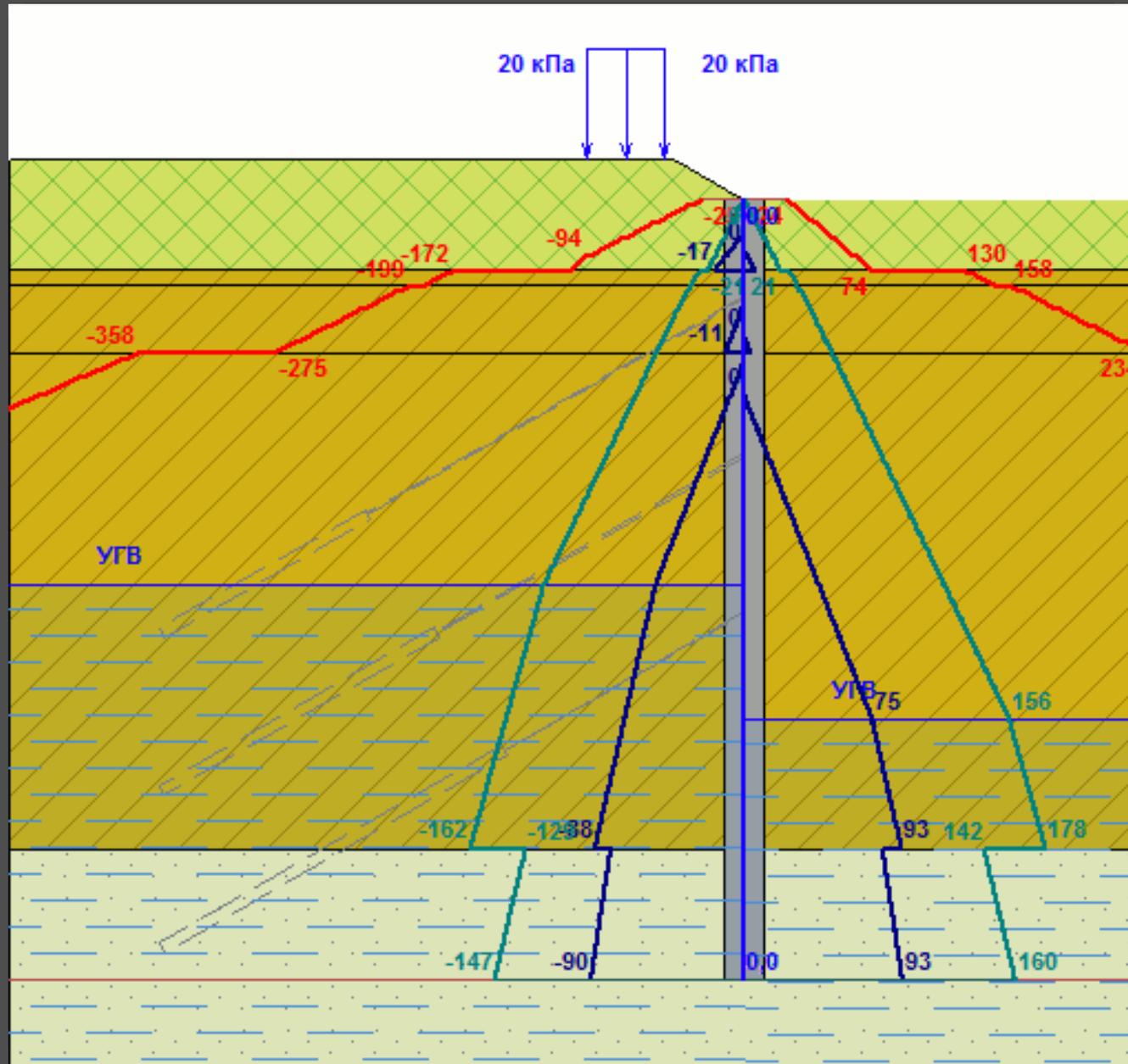
$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\delta - \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\delta - \theta) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

$$K_0 = \nu / (1 - \nu)$$

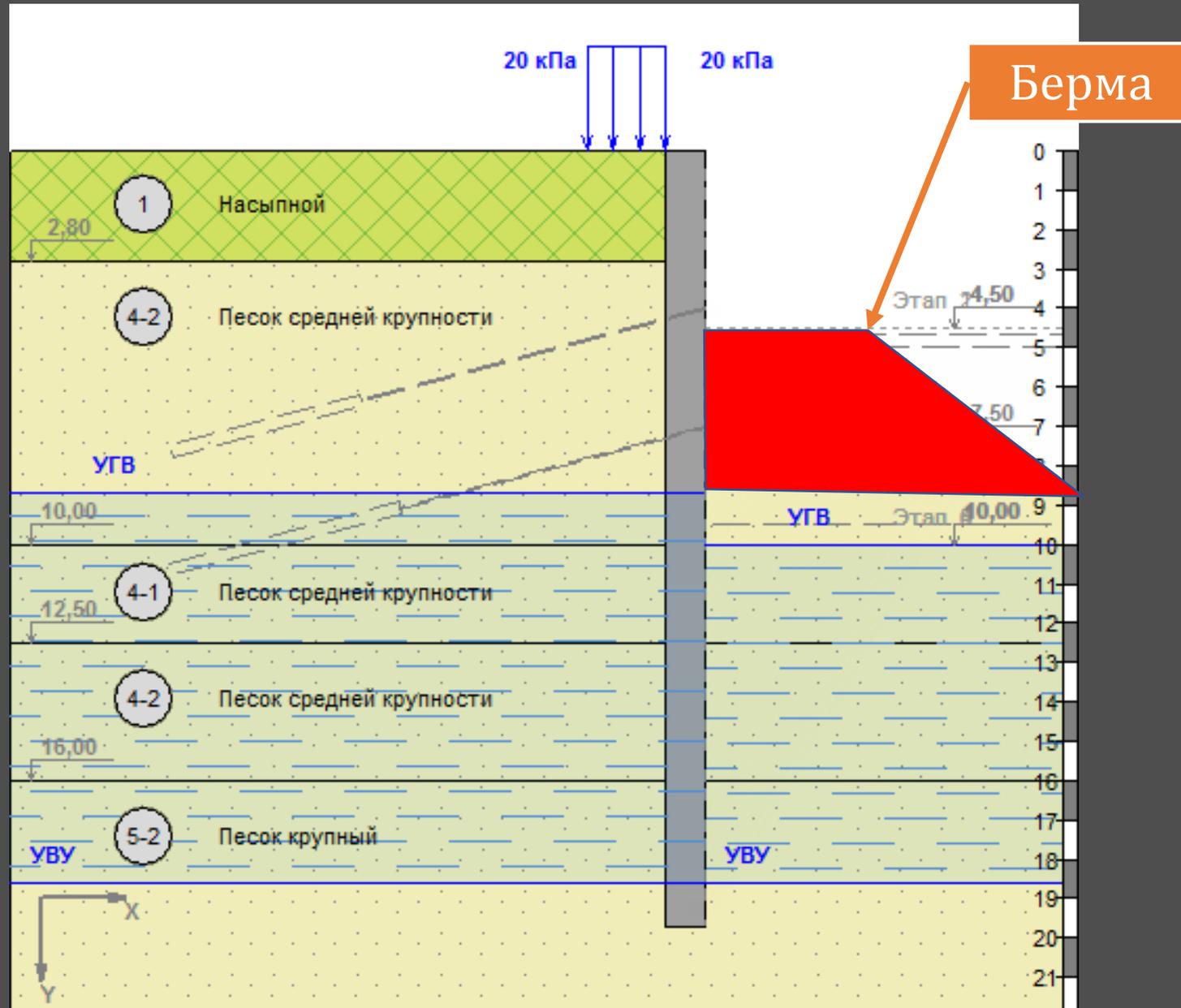
$$K_0 = (1 - \sin \varphi) \sqrt{OCR}$$

Пример расчета давлений

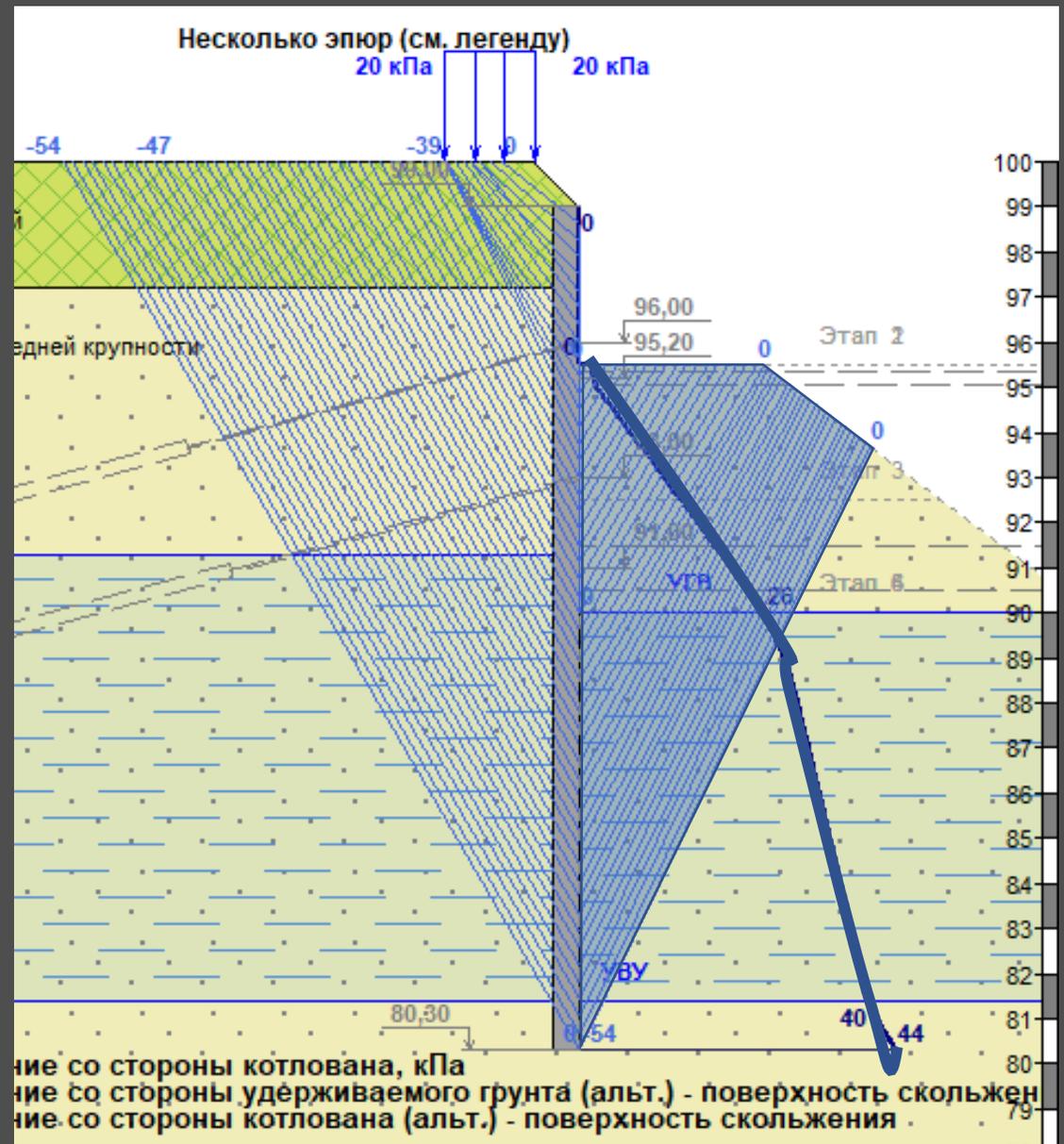
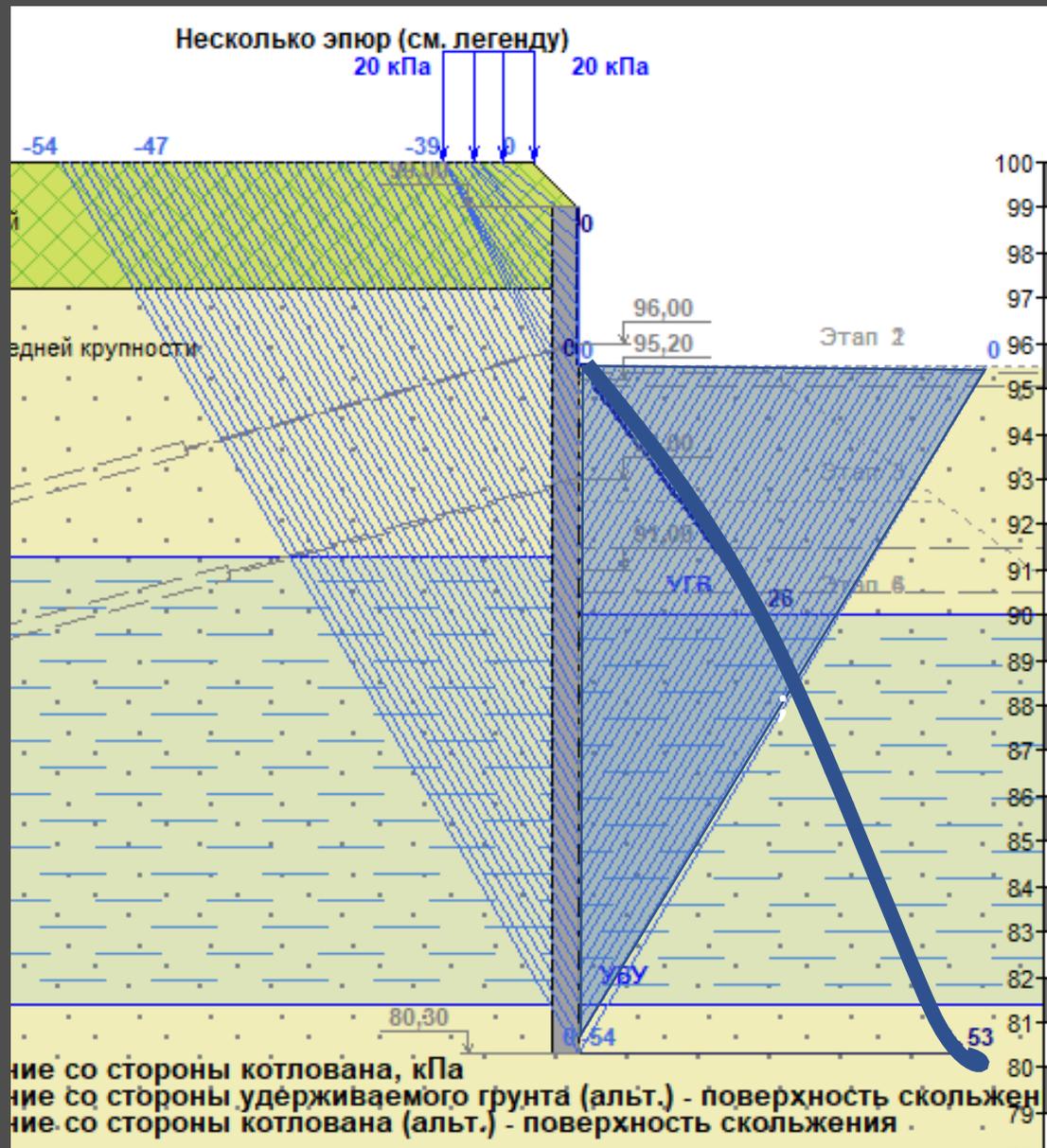


Учет бермы

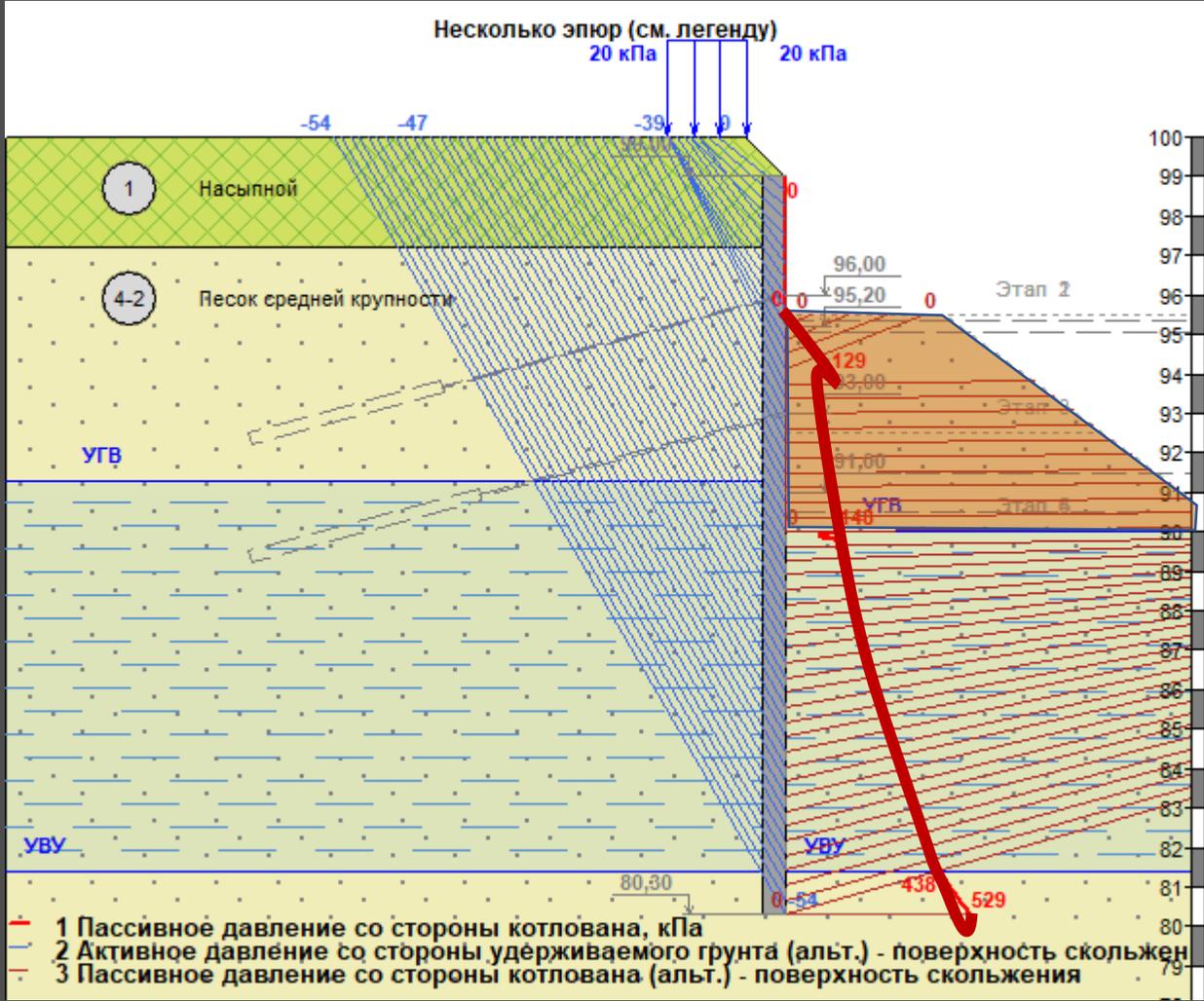
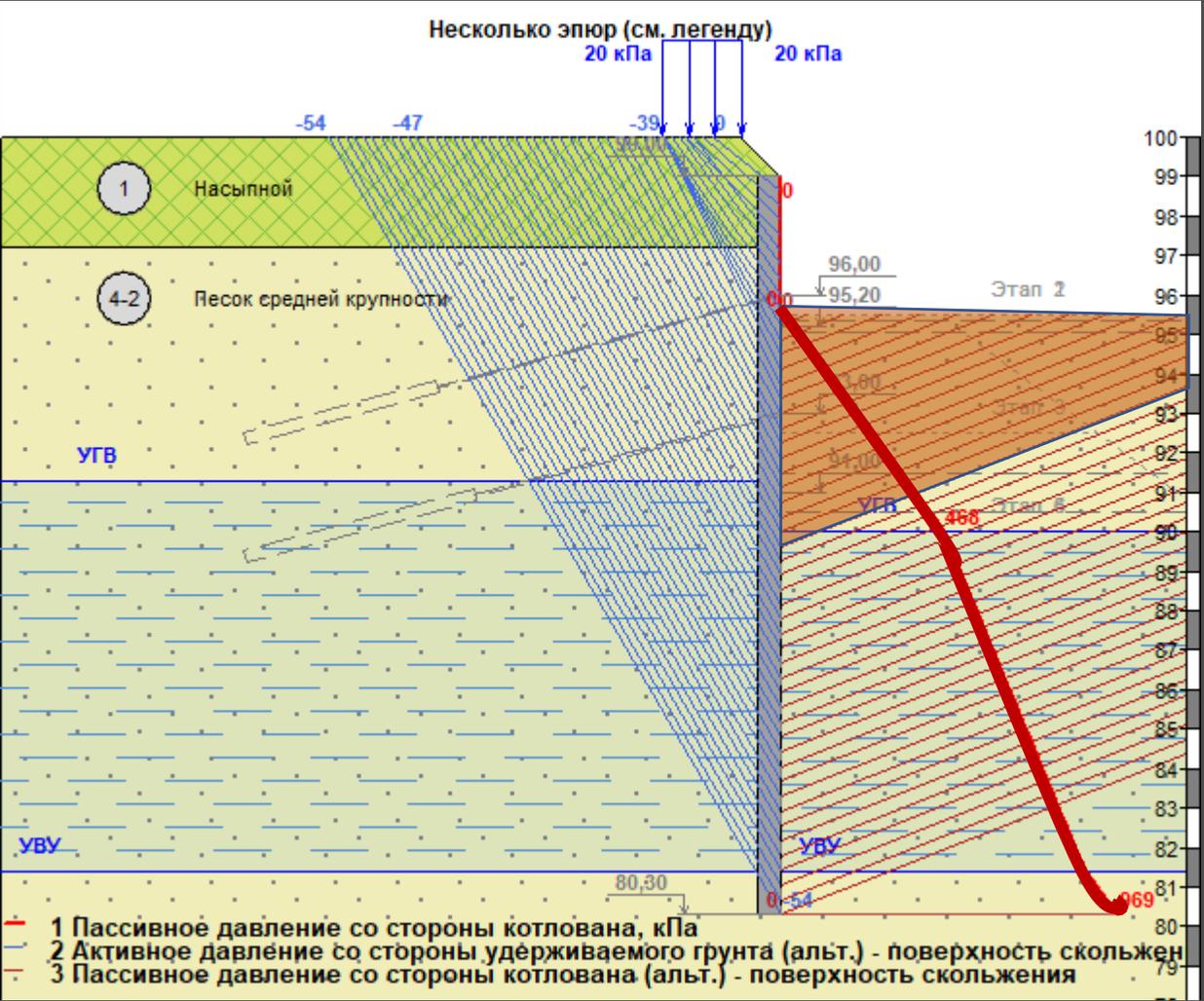
Бермы



Поверхность скольжения активной призмы 45-ф/2



Поверхность скольжения пассивной призмы 45+φ/2



Распорки. Модуль Strut



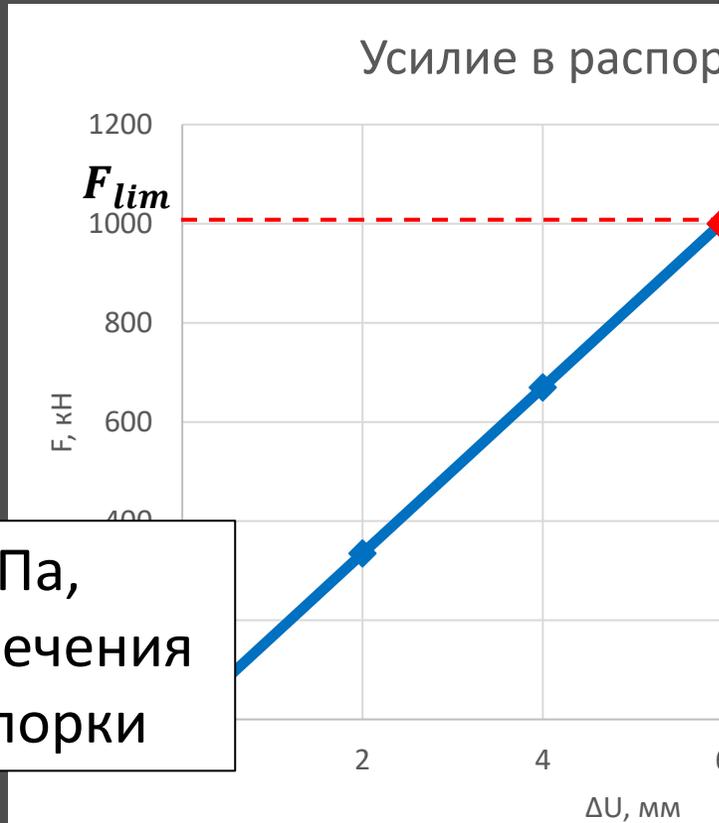
Распорки

F_{lim} – несущая способность

$$F = cu$$

$$c = \frac{EA}{L}$$

E – 210 000 МПа,
 A – площадь сечения
 L – длина распорки



Расчет распорок

Распорка 1 - Труба d377x5 (изменена)

Задание нагрузки	Из ооч. расчета
Осевое усилие нН	96,9
Доп. распред. сила нН/м	0
Длина м	20,0
Угол °	0

Типы распорок	Трубчатые
Сечения	Трубы
ГОСТ	ГОСТ 10704-91
Диаметр мм	377
Толщина мм	5
Класс прочности	Без термической обраб.
Марка стали	10
Жесткость нН/мм	61,4
Пред. усилие нН	1145,3

Кoeff. условий работы u_s	1,0
Кoeff. над-ти по отв. u_p	1,0
Кoeff. над-ти по мат. u_m	1,1

Подбор Отчет Принять

Результаты расчета
Обобщенный коэфф. запаса: 0,99

Название расчёта	Кoeff.
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (момент)	4,25
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (напряжения)	3,49
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (касательные напряжения)	67,11
расчет на прочность при действии продольной силы с изгибом	3,04
расчет на устойчивость при действии продольной силы с изгибом	2,16
расчет на предельную гибкость элемента	0,99

Жесткостные свойства сечения	Значение
------------------------------	----------

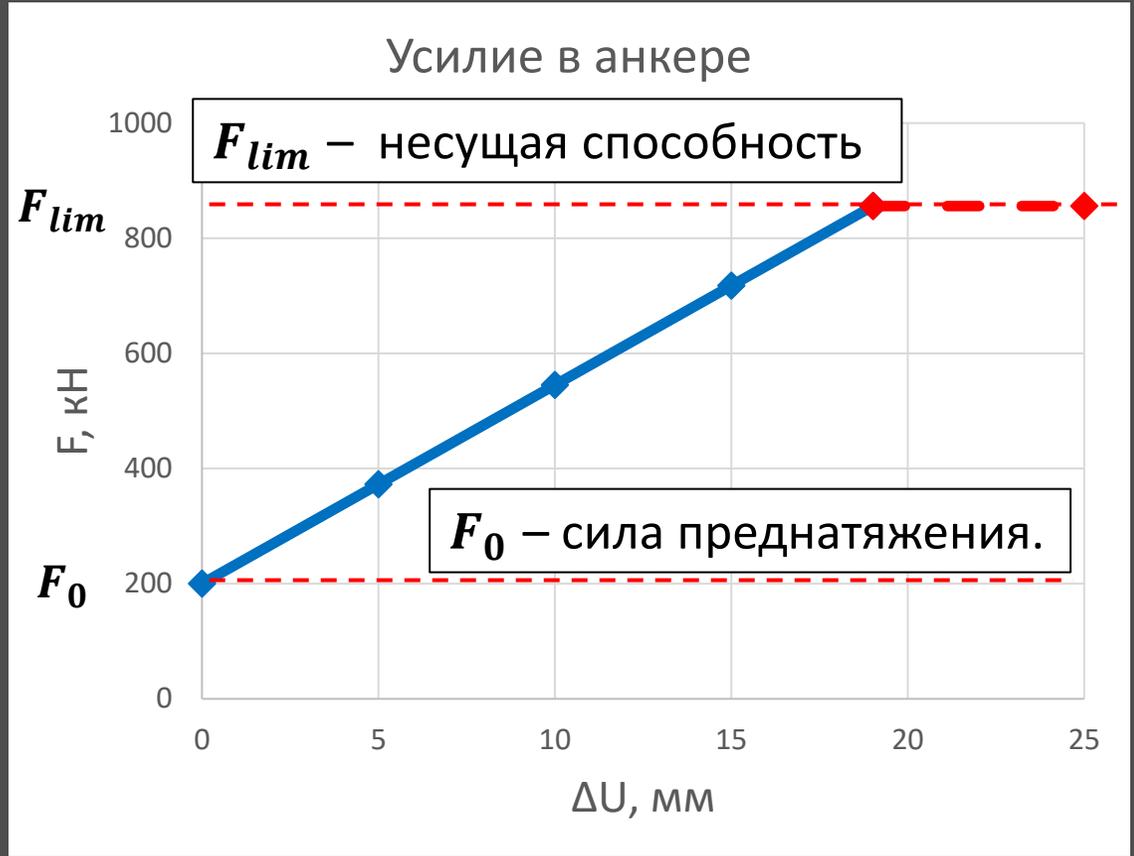
Анкеры. Модуль Anchor



$$F = cu + F_0$$

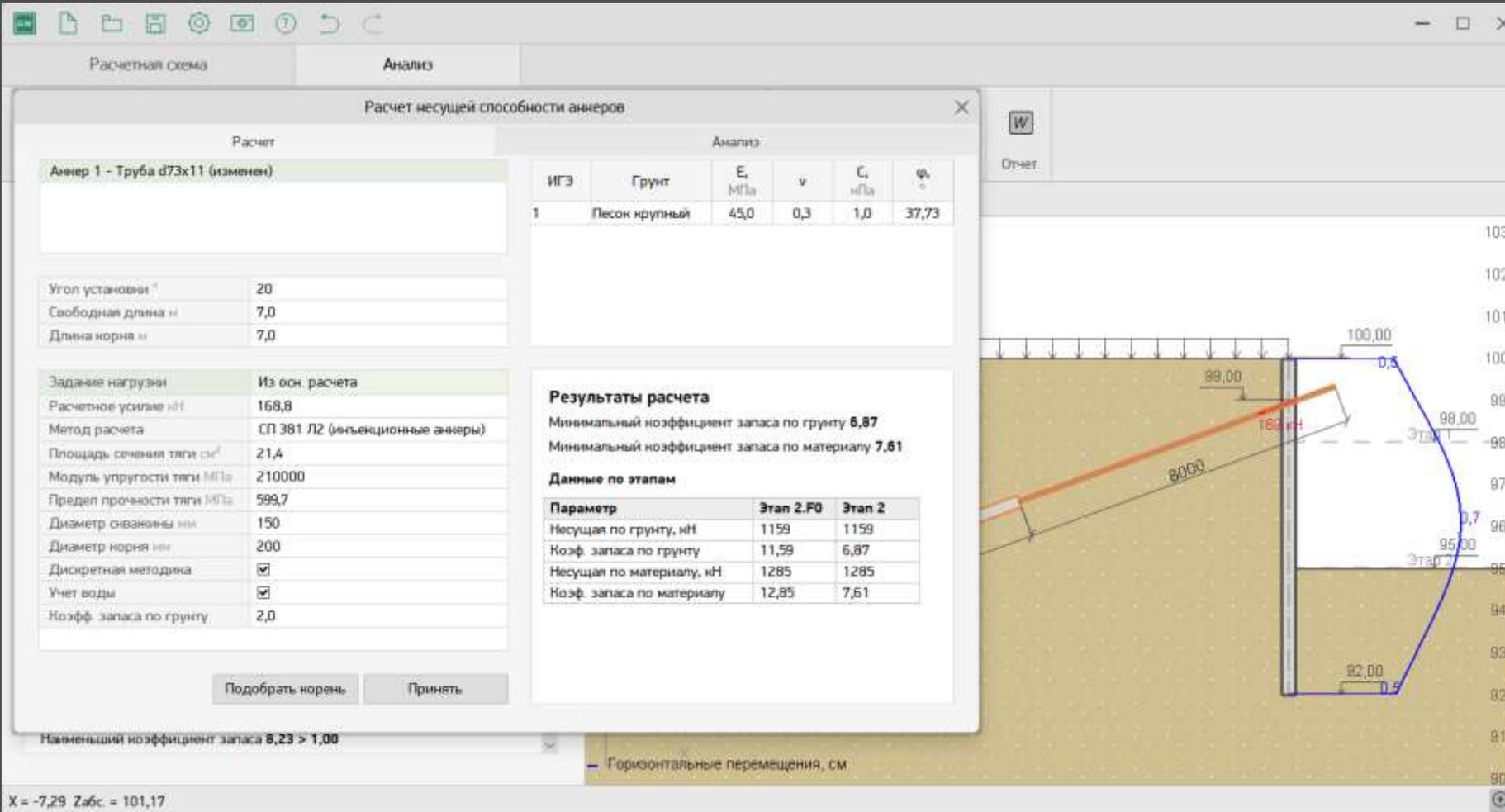
$$c = \frac{EA}{L}$$

E – 210 000 МПа,
 A – площадь сечения
 L – длина анкера



Несущая способность анкера

Malin soft



Методики

1. МинТрансСтрой
2. ФундаментПроект
3. ВСН 506-88
4. DIN 1054-2005
5. ТрансСтрой 023-2007
6. Метод Barley

Анкерные штанги «Атлант»

Malin soft



		30x8	42x8	42x10	57x8	57x10	73x9	73x11	103x13	103x26
Наружный диаметр	мм	30	42	42	57	57	73	73	103	103
Толщина стенки	мм	8	8	10	8	10	9	11	13	26
Предел текучести	МПа	470	550	550	590	580	580	600	565	470
Несущая способность	кН	260	470	553	730	856	1050	1285	1800	2670
Разрушающая нагрузка	кН	326	590	694	973	1166	1430	1692	2270	3660
Масса штанги 3,0 м	кг	13	21	23	30	38	42	50	75	125

Обвязочный пояс. Модуль Веат



Расчет обязательного пояса

Расчет обязательного пояса✕

Расчет

Обв. пояс яруса анкеров 1: Швеллер x 2 (изменен)

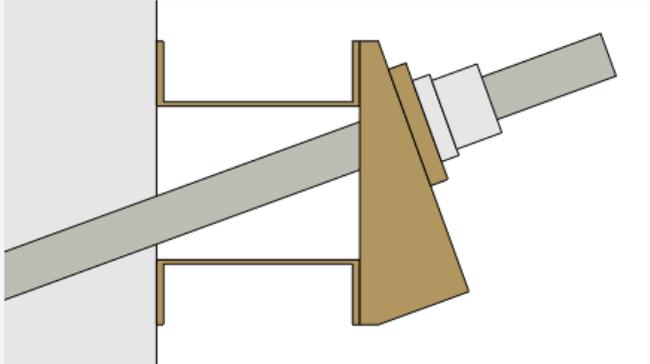
Конструкция пояса	Швеллер x 2
Расположение бугеля	На пояс
Схема	GeoWall 7
Задание нагрузки	Из осн. расчета
Осевое усилие в анкере кН	168,8
Продольное усилие в поясе кН	

ГОСТ	ГОСТ 8240-97
Тип	Тип П
Профиль	ЗЗП
Класс прочности	C245
Зазор (суммарный) мм	50

Методика	СП 16.13330.2017 (прочность)
Кoeff. условий работы γ_c	1
Кoeff. по отв-ти γ_m	1
Кoeff. надежн. мат-ла γ_m	1,1

ПодборОтчетПринять

Общий отчет

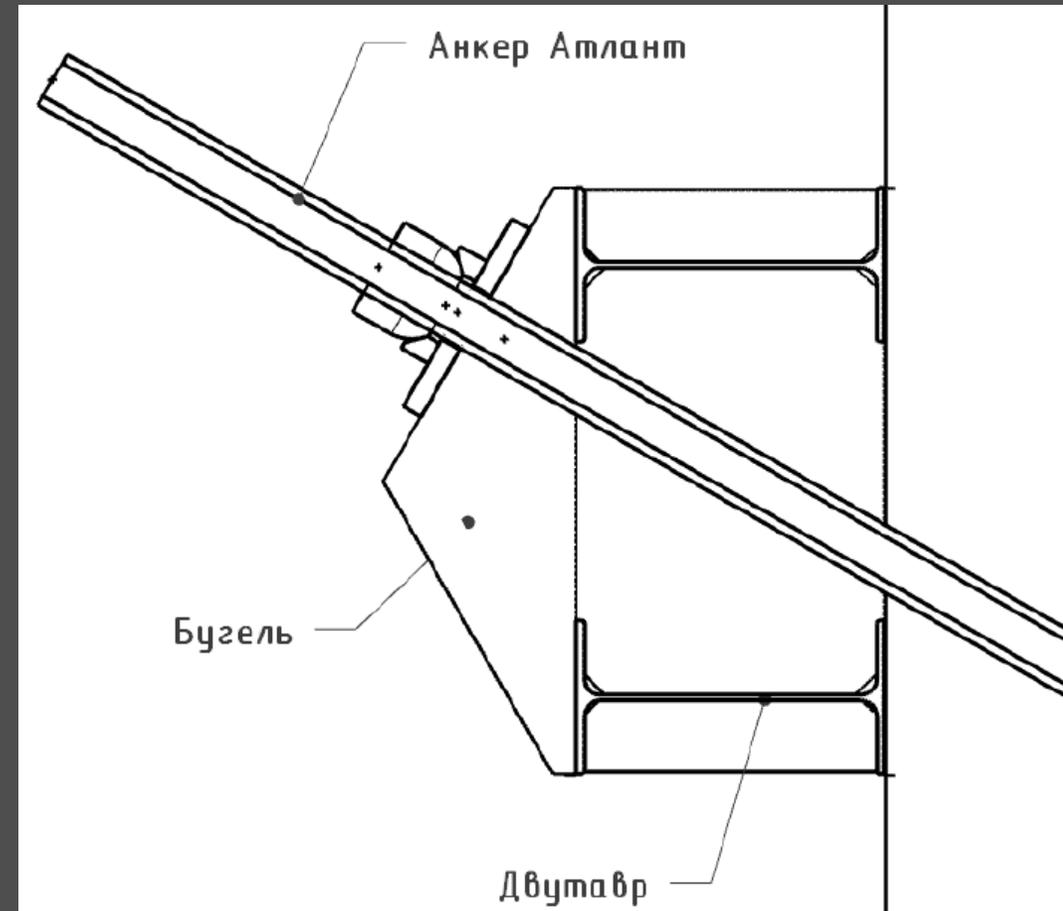
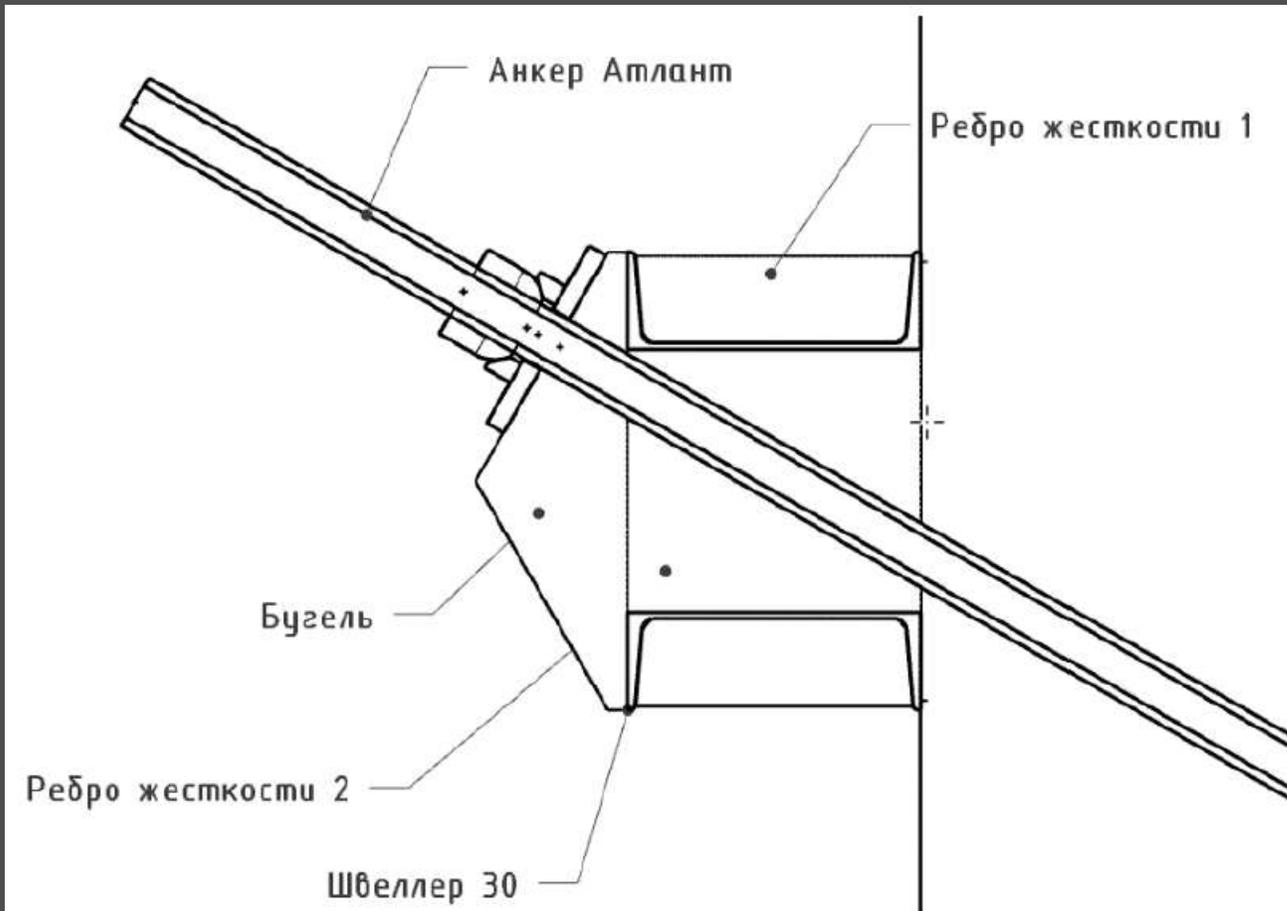


Результаты расчета

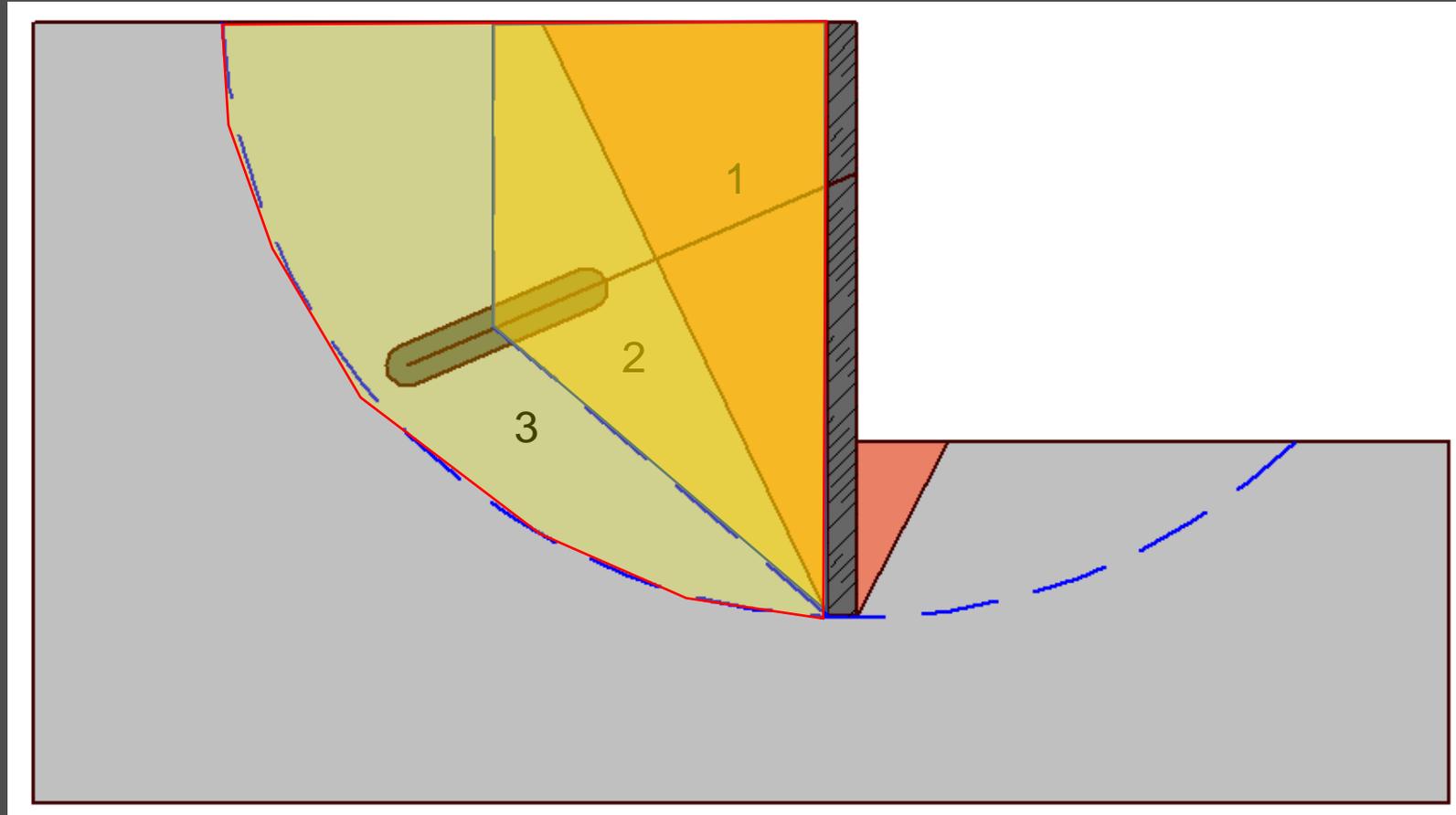
Обобщенный коэфф. запаса: 3,71

Название расчёта	Кoeff.
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (момент)	3,90
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (напряжения)	3,71
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (касательные напряжения)	5,79
расчет на предельную гибкость элемента	6,56

Пояс из швеллера и двутавра



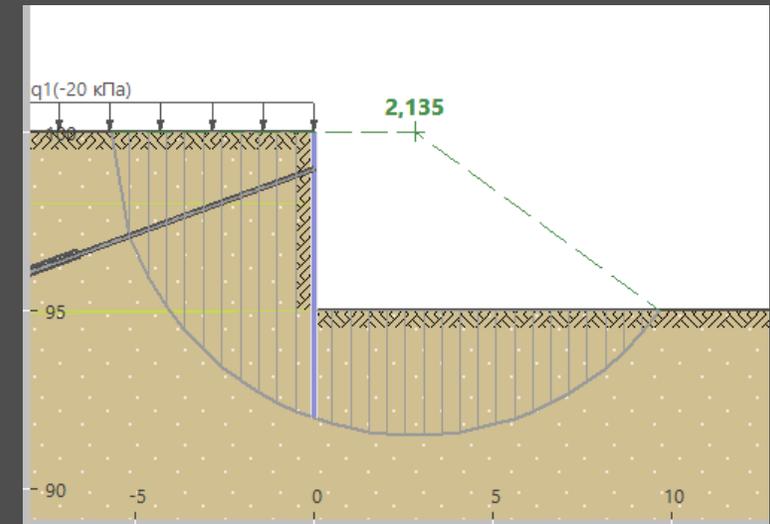
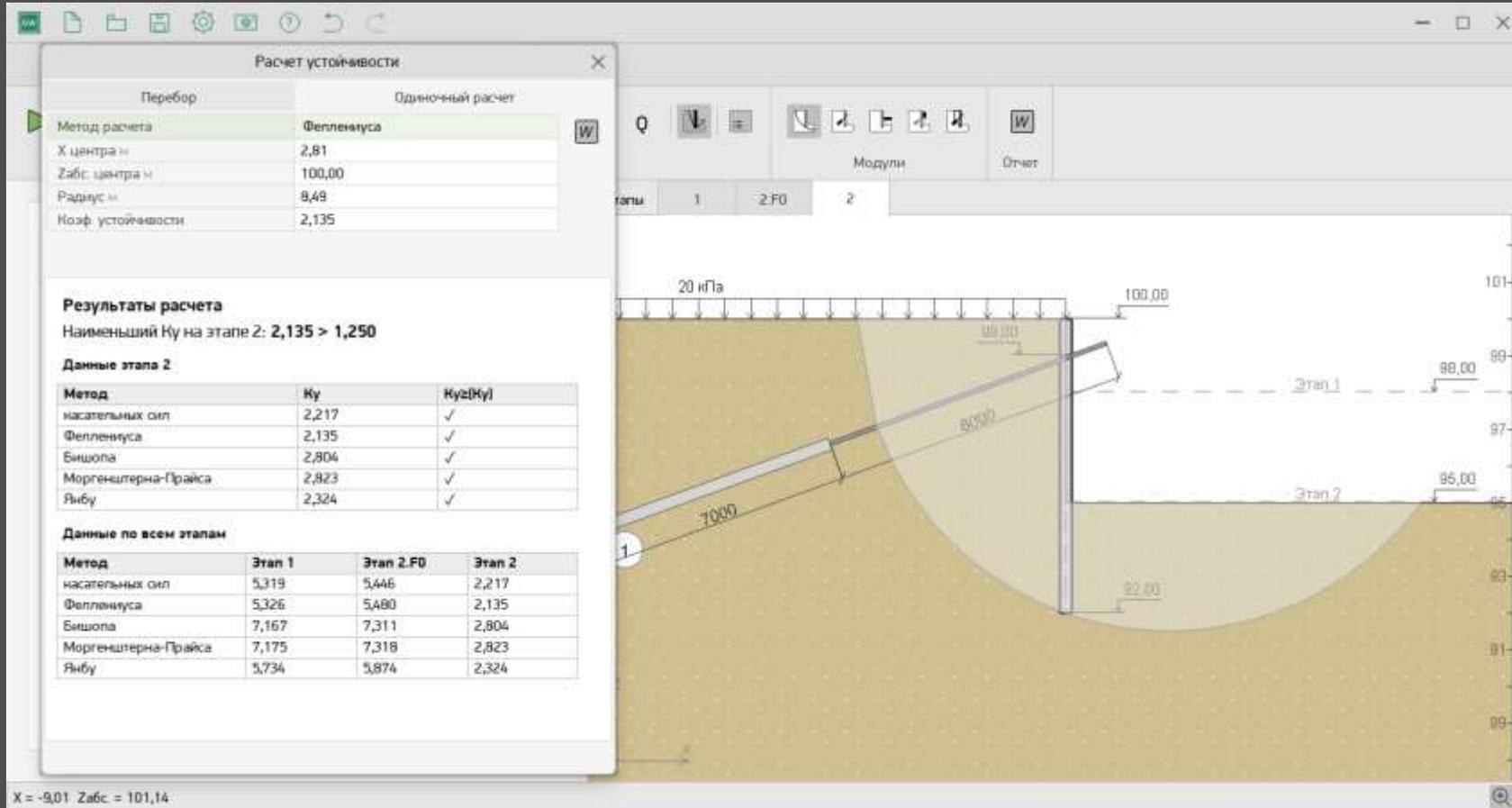
Расчет устойчивости ограждения



- 1 – активная призма обрушения (призма Кулона)
- 2 – глубокая призма обрушения (призма Кранца)
- 3 – круглоцилиндрическая поверхность скольжения

Расчет устойчивости КЦП

Malin soft



Расчет устойчивости методом Кранца

Malin soft

Модуль Кранц

Исходные данные

Коэффициент запаса	1,0
Задание нагрузки	Предельные
Усилие в анкере 1 кН	1285

Результаты на текущем этапе

Вариант расчетной схемы	1
Коэффициент устойчивости	1,394

Результаты расчета

Данные по всем этапам

Наиболее низкий коэффициент устойчивости **1,394 > 1,000**

Этап	K_y	$K \geq [K]$
2.F0	1,39	✓
2	1,39	✓

Данные на текущем этапе

Наиболее низкий коэффициент устойчивости **1,394 > 1,000**

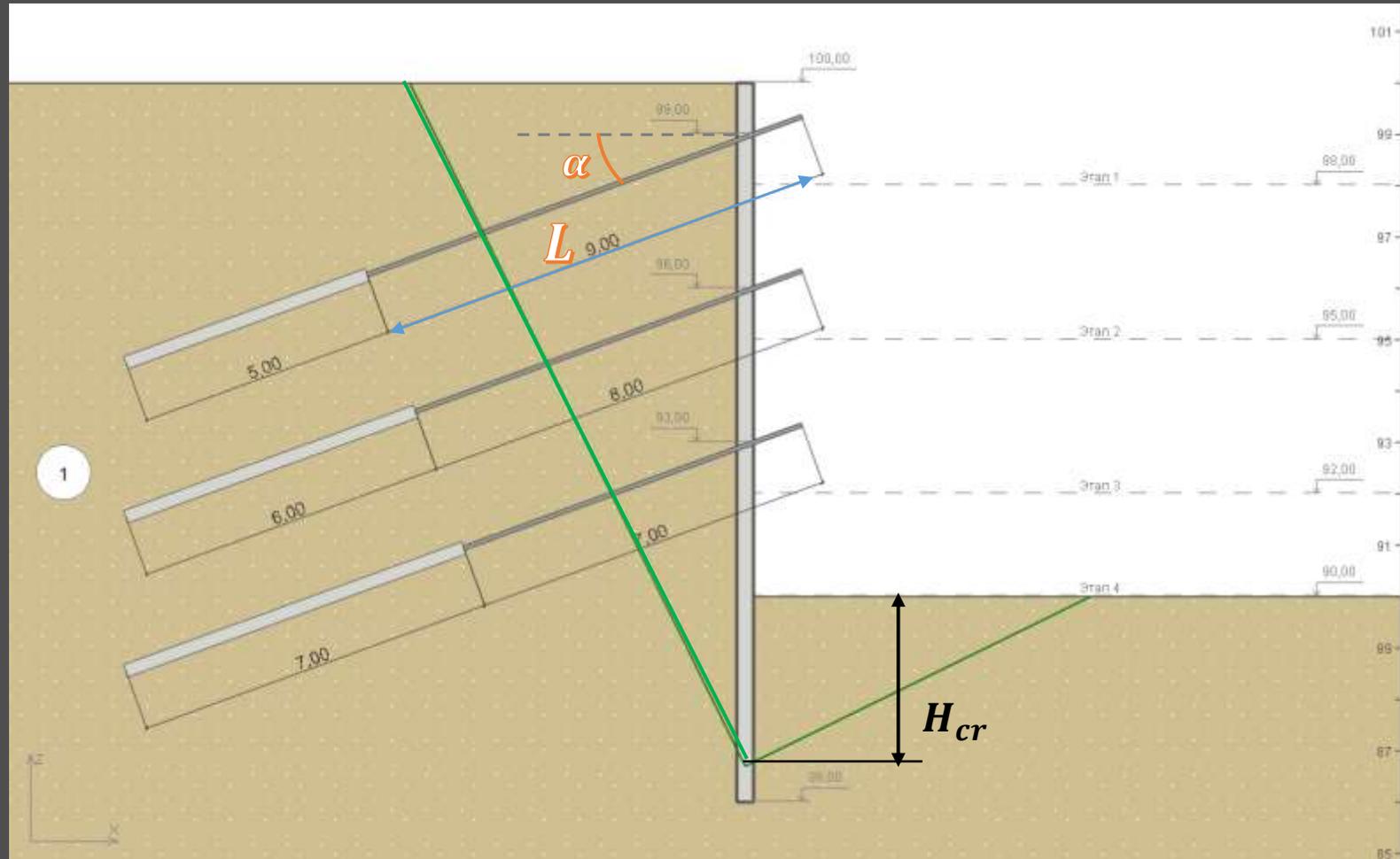
Вариант	ΣF_x , кН	ΣN_x , кН	K_y	$K \geq [K]$
1	561	403	1,39	✓

ΣF_x - сумма X-проекций усилий сопротивления на 1 п.м.
 ΣN_x - сумма X-проекций выдергивающих усилий на 1 п.м.
Коэффициент устойчивости $K = \Sigma F_x / \Sigma N_x$

X = -15,20 Zabc = 102,43

20 кПа, 100,00, 99,00, 428кН, 1531кН, 8000, 67кН, 597кН, 7000, 1084кН, 849кН, 182кН, 92,00, Этап 1, 98,00, Этап 2, 95,00, 97, 95, 93, 91, 89

Критическая призма



Свободная длина L должна выводить корень анкера за критическую призму

GeoWall 1 (2007)

GeoWall - Расчет ограждений котлованов: C:\Calculation\GeoWall\Объекты\Пример1

Файл Расчет Результаты

Геология Ограждение Нагрузки Связи Этапы Результаты

P U Q M K_s K_b Этап 3

Глубина котлована H , м: 5
Длина свай, м: 10
Глубина заделки свай в грунт t , м: 5
Контакт с грунтом $k=(0..1)$: 1

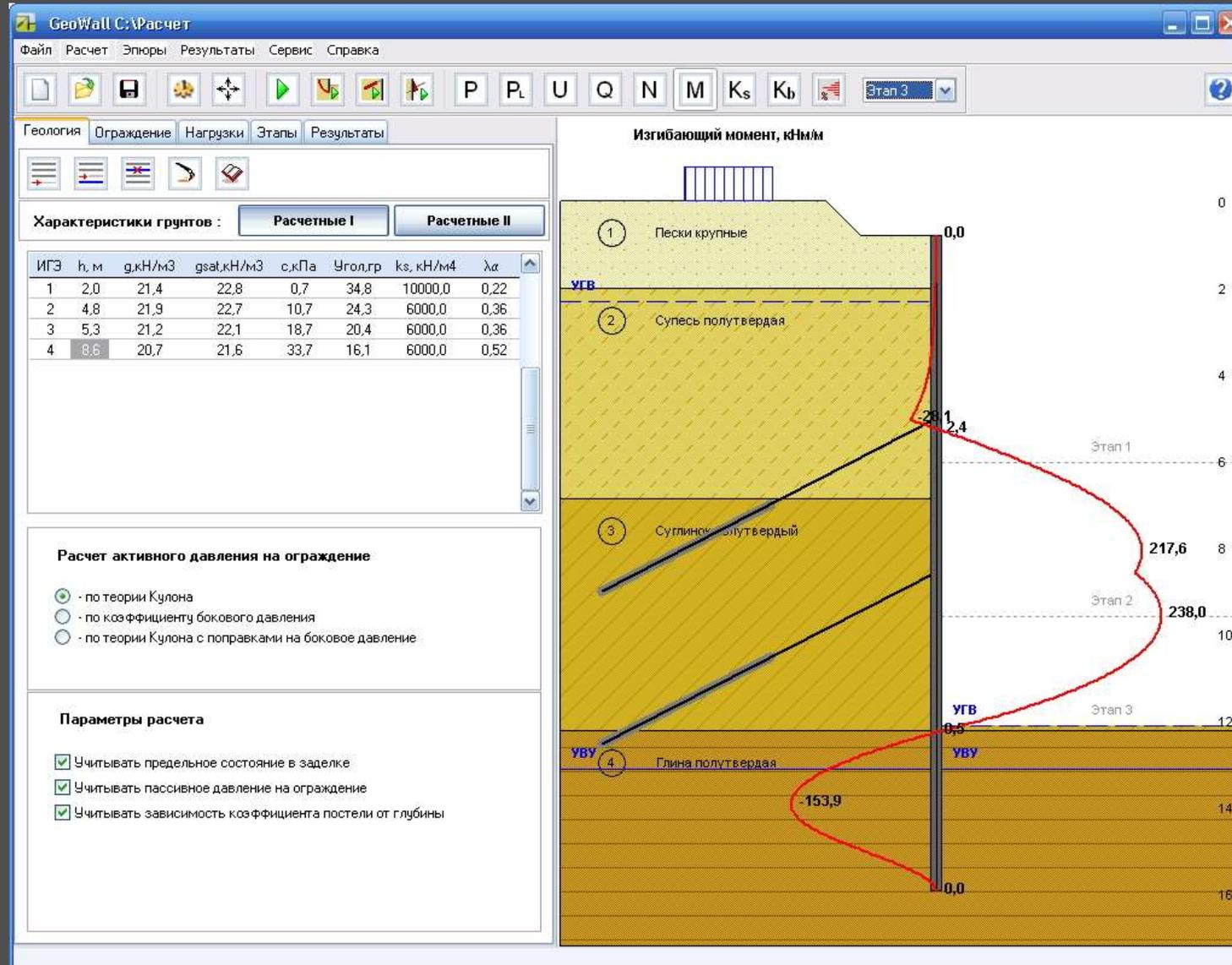
Эффективные характеристики сечения
Шаг свай b , м: 0,5
Площадь поперечного сечения S , м²: 0,20100
Момент инерции J , м⁴: 0,0030505
Модуль упругости E , МПа: 3172,9069

Подбор эффективных характеристик сечения

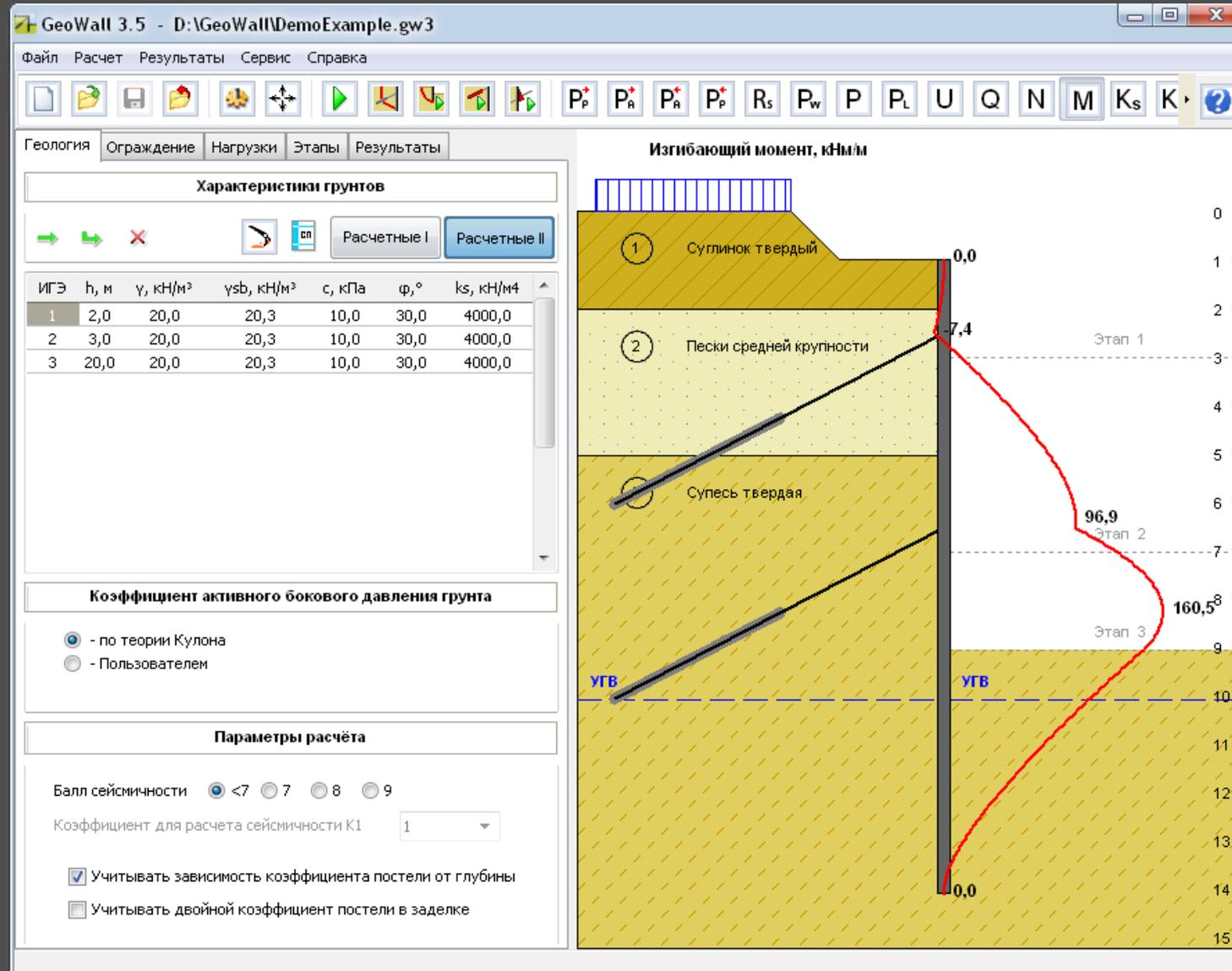
Расчет на прочность ограждающей конструкции

The diagram illustrates a retaining wall cross-section. At the top, a surcharge load $q=20\text{кПа}$ is applied over a width of 4м . The soil is divided into four layers: 1. Насыпной (fill), 2. Супесь пластичная (plastic silty clay), 3. Песок средней крупности (medium sand), and 4. Глина полутвердая (firm clay). The wall is divided into three stages of excavation: Этап-1 (0-2m), Этап-2 (2-4m), and Этап-3 (4-5m). A vertical scale on the right indicates depths from 1 to 10 meters. The wall structure is shown with a vertical pile and a horizontal tie rod.

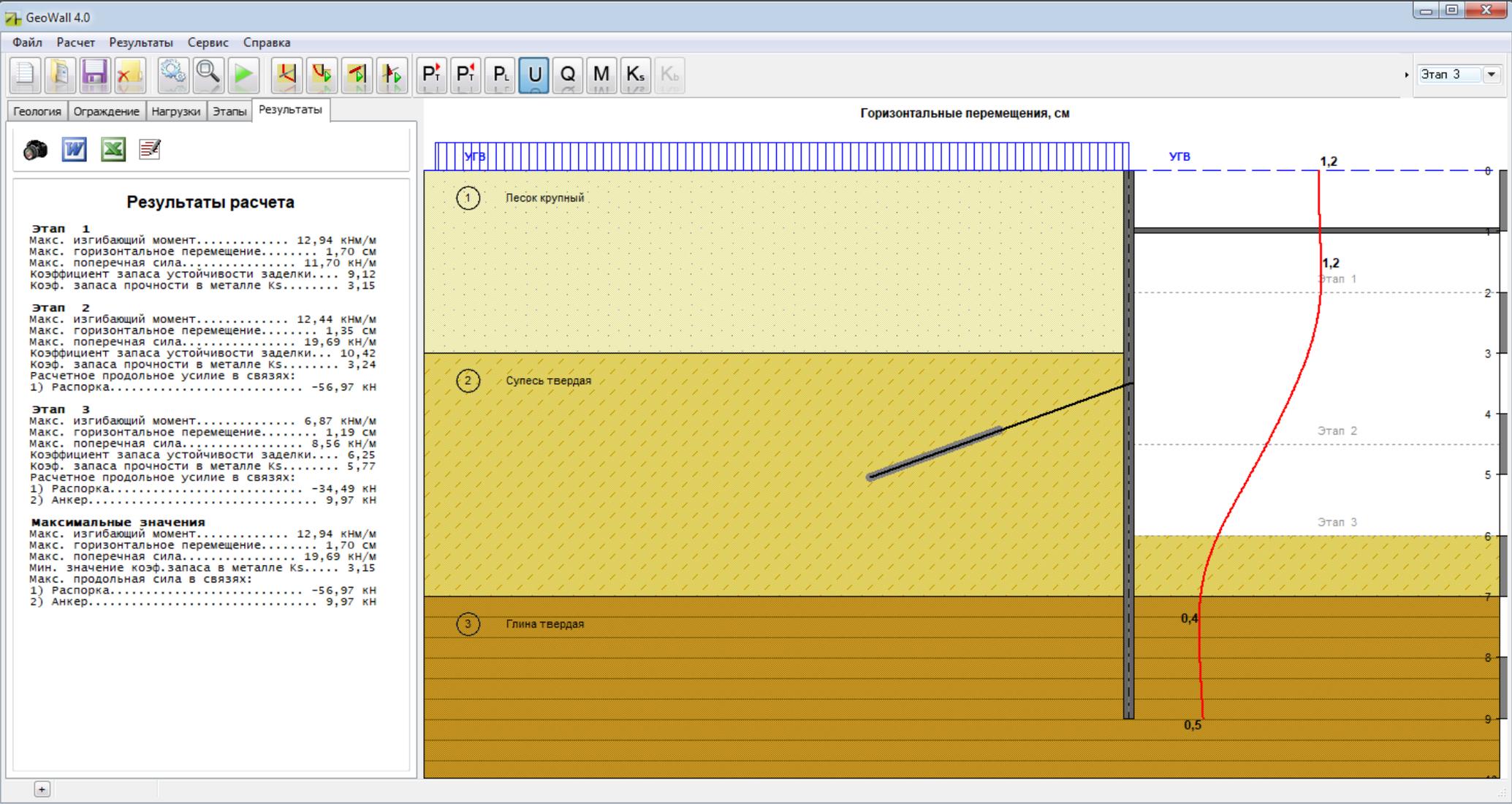
GeoWall 2 (2009)

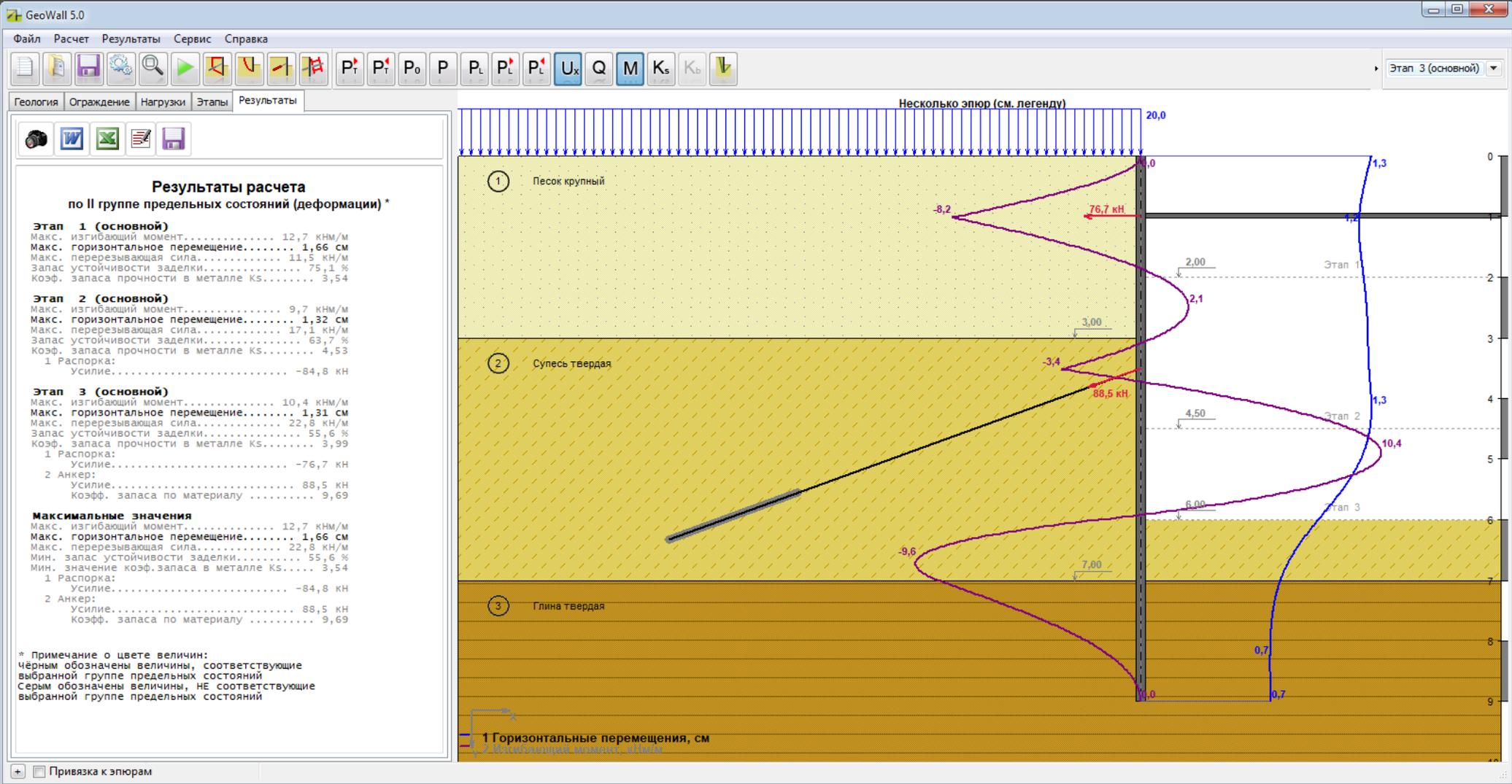


GeoWall 3 (2011)



GeoWall 4 (2012)





GeoWall 6.0 - Пример2.gw4

Файл Расчет Результаты Сервис Справка

Геология Ограждение Нагрузки Анкеры, распорки Результаты

Этап 4 (основной)

Изгибающий момент, кНм/м
20 кПа 20 кПа

Характеристики грунтов

ИГЭ	h, м	γ , кН/м ³	γ_{sat} , кН/м ³	c , кПа	ϕ , °	k_s , кН/м ³	ν	K_a	K_p	K_0	K_{ac}	K_{rc}
1	2,8	18,5	18,7	10,0	9,1	1000	0,3	0,68	1,5	0,68	1,65	2,4
2	0,4	20,8	21,7	18,0	17,3	2000	0,35	0,49	2,2	0,54	1,40	3,0
4	1,7	21,1	21,9	22,0	22,0	2000	0,35	0,41	2,2	0,54	1,27	3,0
5	12,6	20,9	21,9	33,3	20,0	2000	0,35	0,44	2,6	0,54	1,33	3,2
9	20,0	22,7	22,7	4,0	31,3	2000	0,3	0,28	3,2	0,43	1,05	3,6

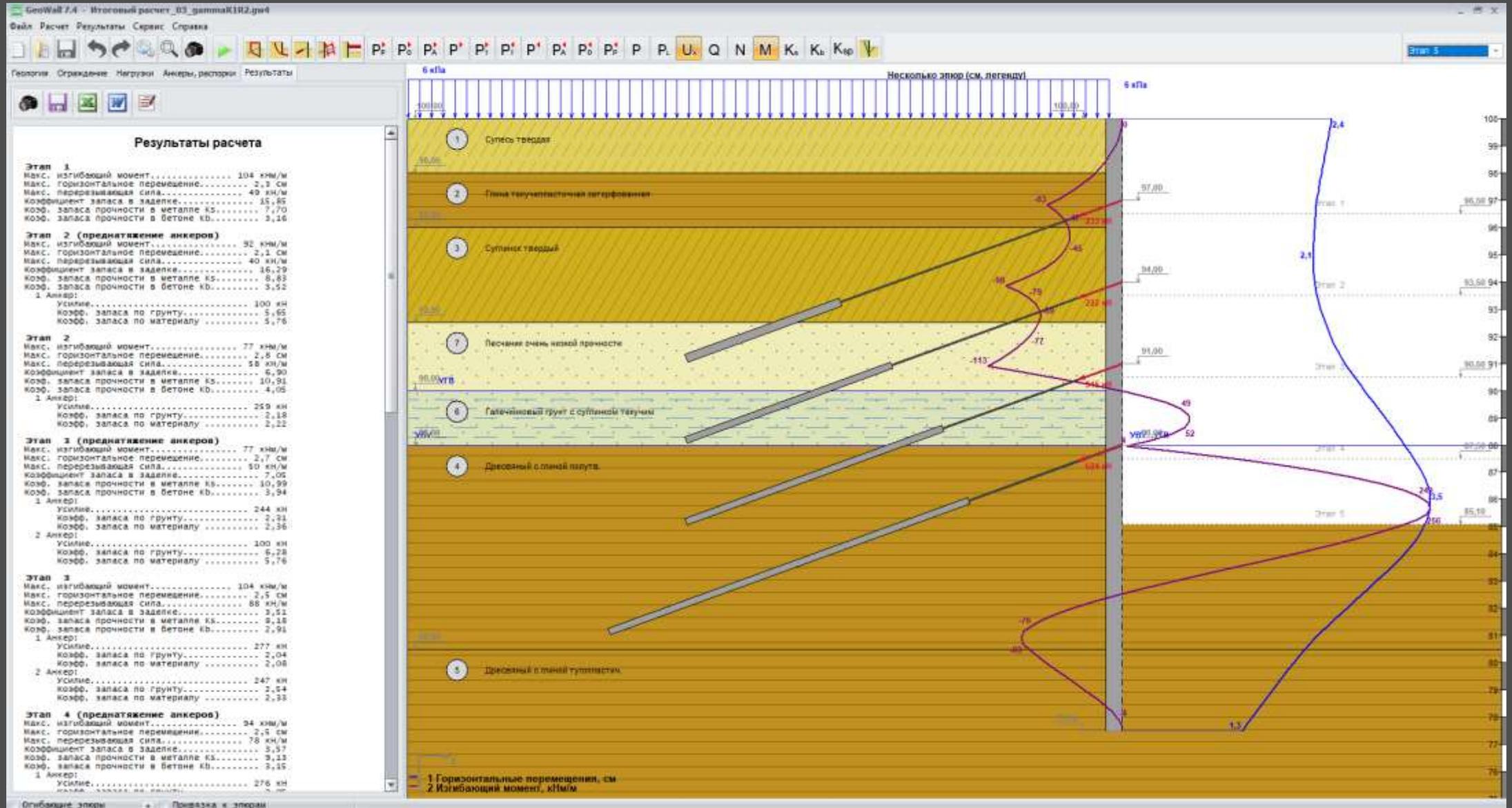
Параметры расчёта

Грунт
 Нормально уплотнённый Переуплотнённый

Коэффициенты бокового давления грунта
 по Сорочану по СП 22.13330.2011
 по Соколовскому по Eurocode 7
 задаются пользователем

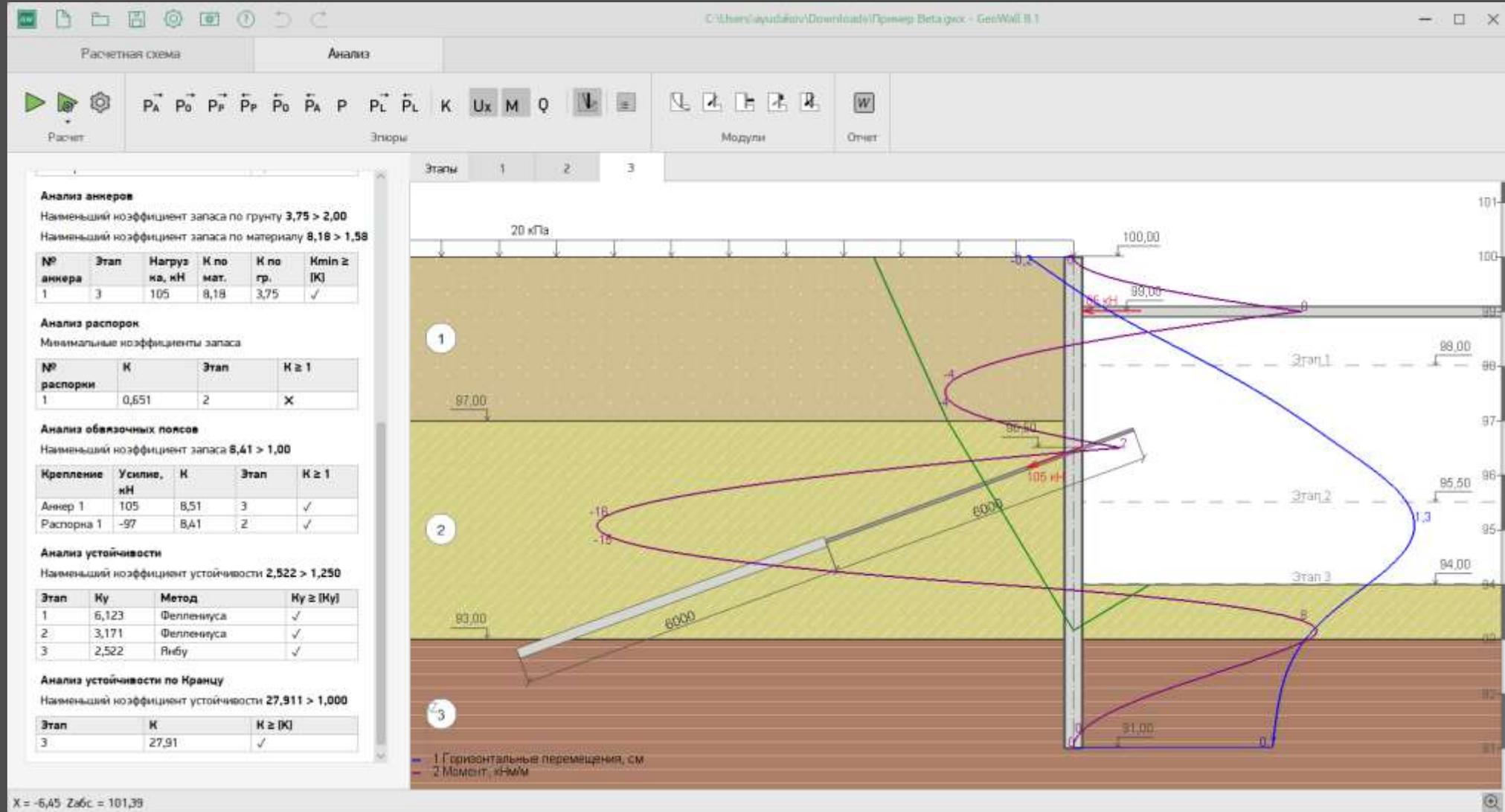
Огибающие эпюры Привязка к эпюрам

GeoWall 7 (2018)



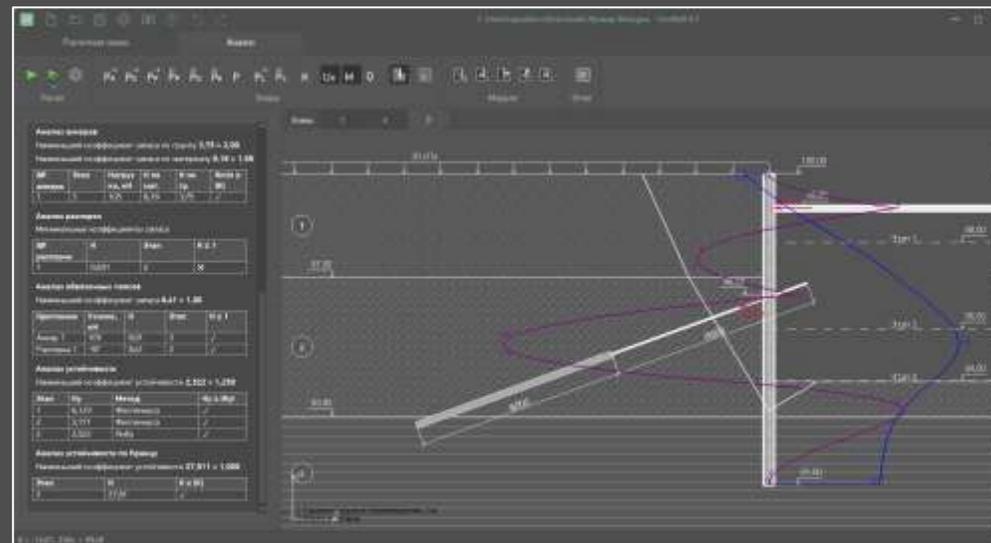
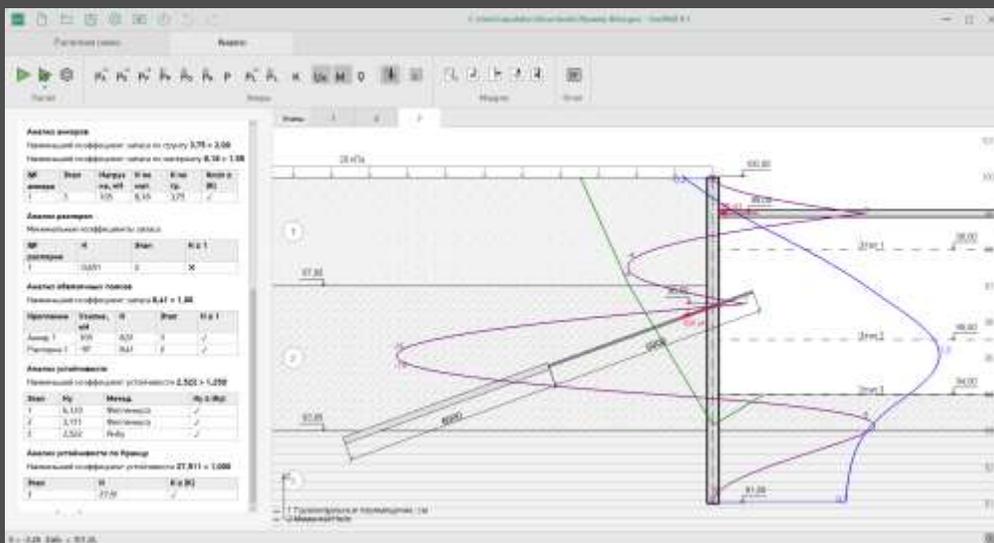
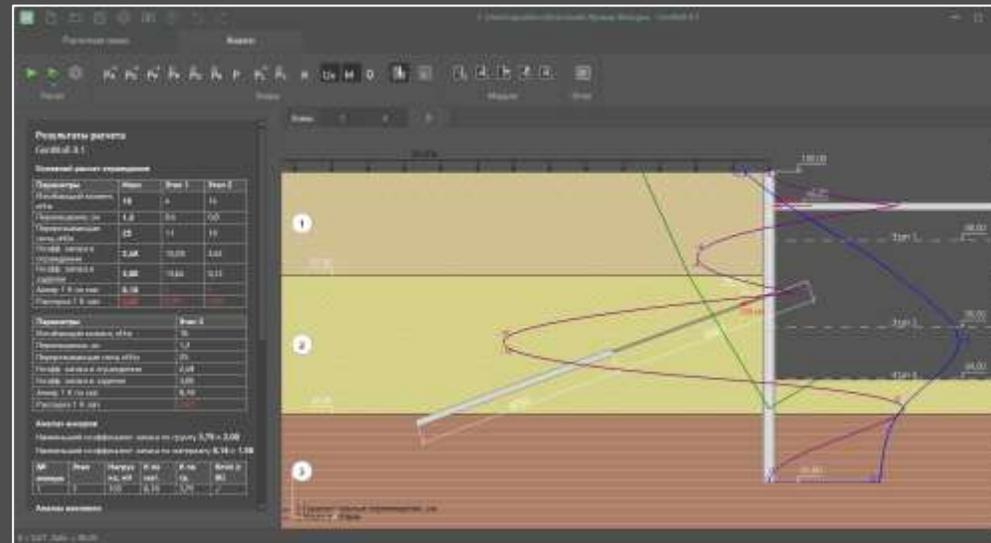
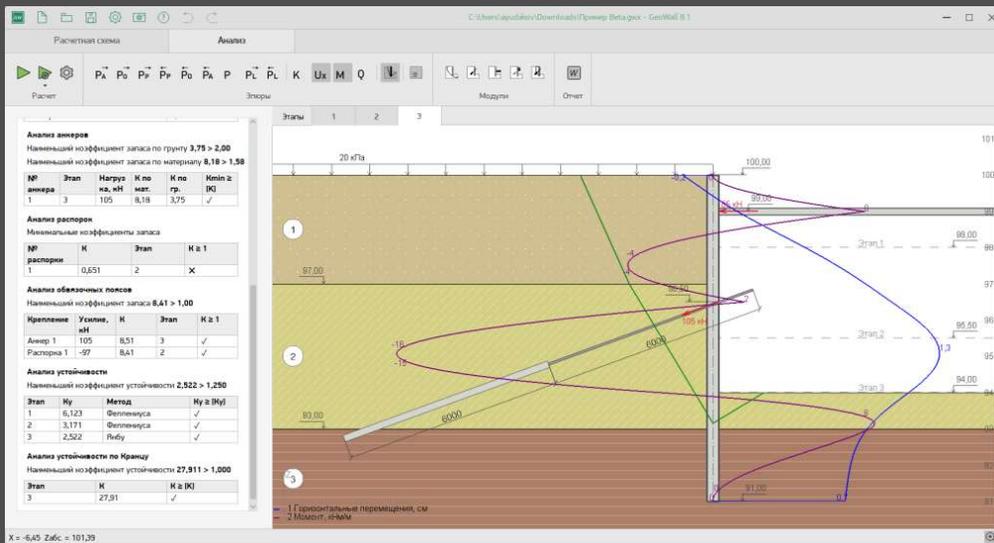
GeoWall 8

Malin soft



GW8 – светлая и темная темы оформления

Malin soft



GeoWall 7 – расчетная схема задается путем редактирования таблиц

Malin soft

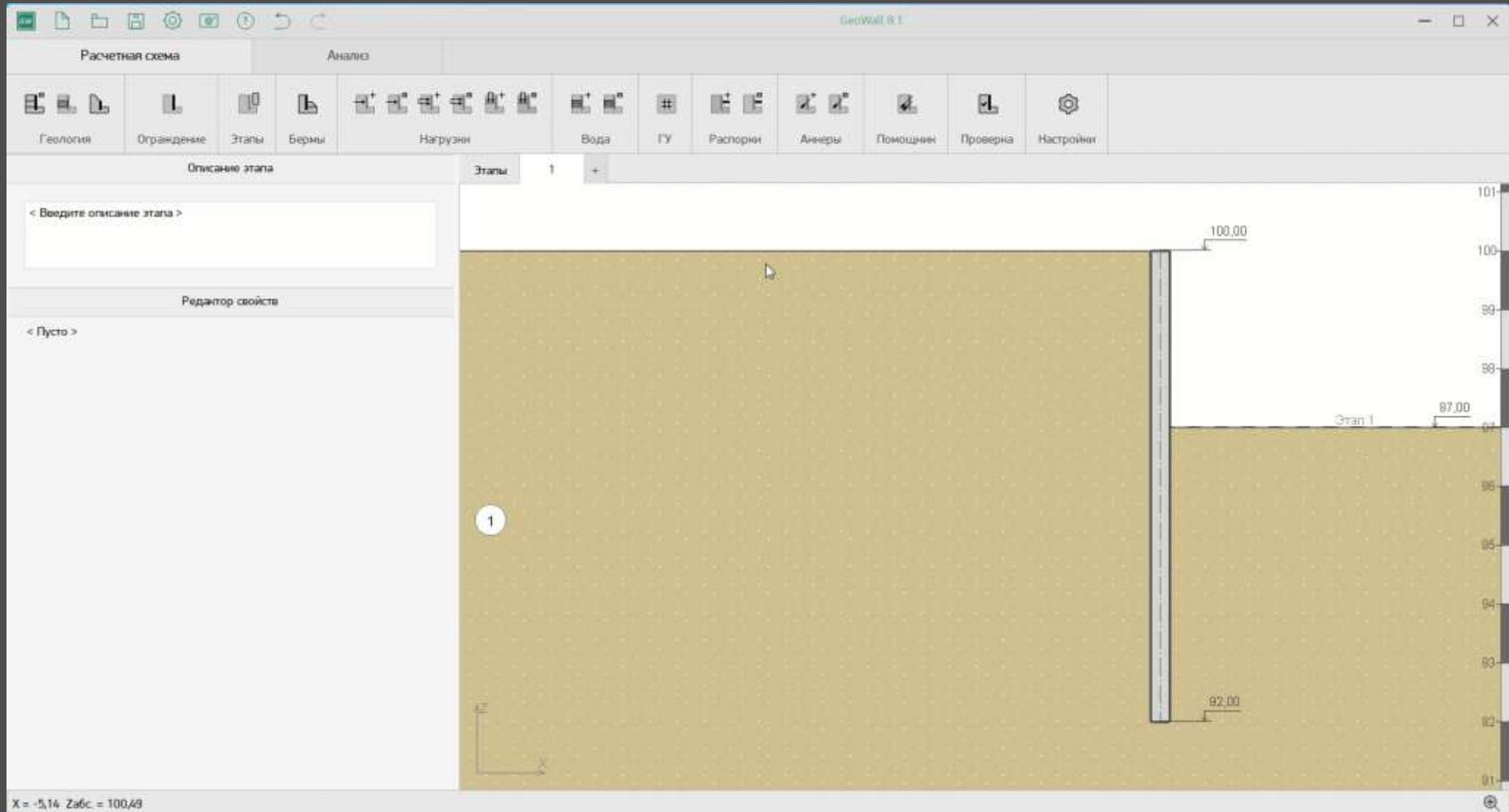
The screenshot displays the GeoWall 7.4 software interface. The main window is titled "GeoWall 7.4 - Пример1.gwf" and includes a menu bar (Файл, Расчет, Результаты, Сервис, Справка) and a toolbar. The left sidebar contains several panels:

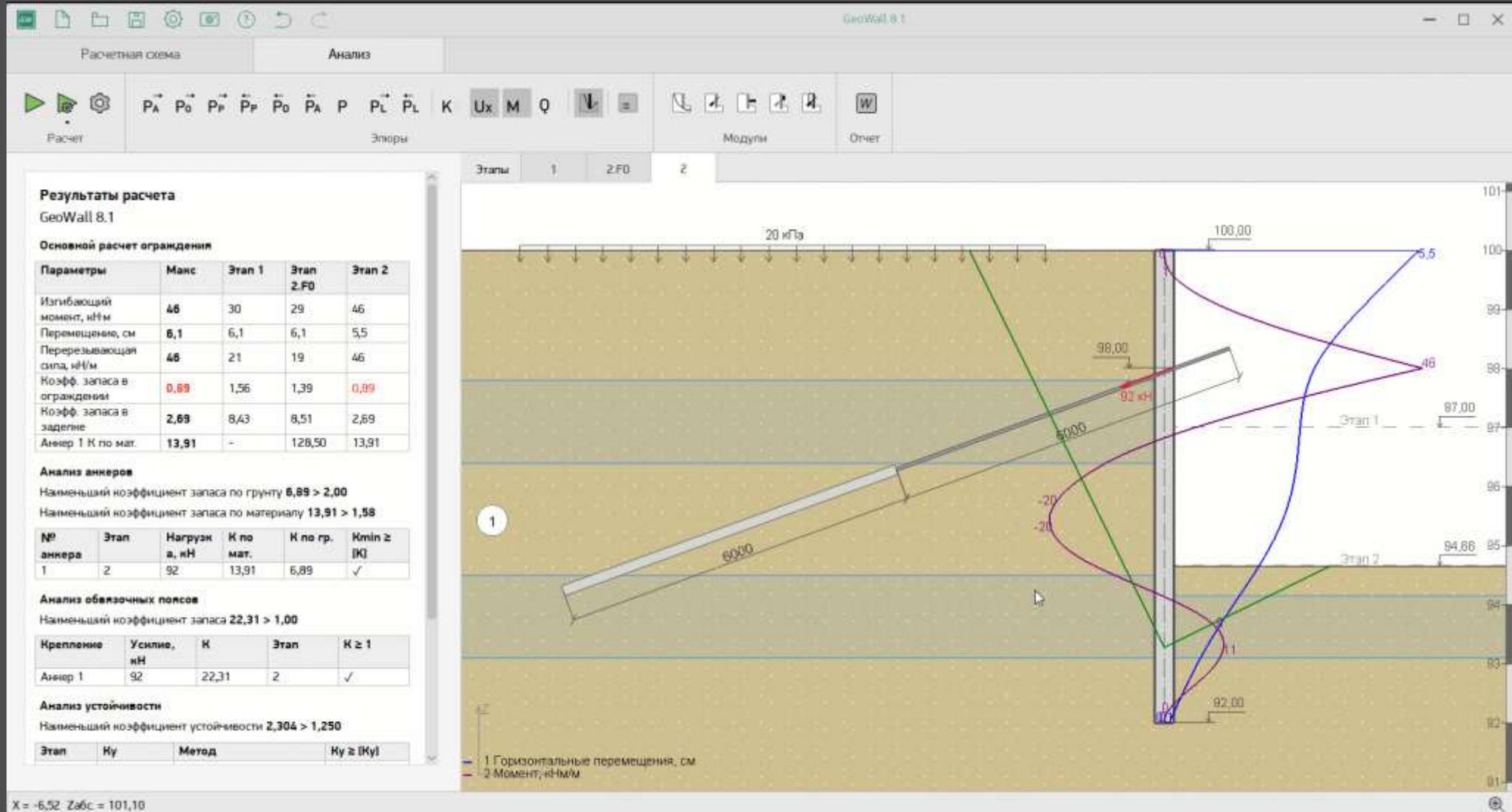
- Характеристики грунтов:** A table with columns for soil type and various parameters.
- Задачи геологии:** Radio buttons for "по мощности", "отн. отметкам подошвы", and "абс. отметкам подошвы".
- Параметры расчета:** Radio buttons for "Нормально уплотненный" and "Переуплотненный", and other calculation options.
- Свойства:** A dropdown menu for "СП 14.13330.2018" and input fields for "Валты", "2", and "1".
- Учет давления воды:** Radio buttons for "Свободная" and "Связанная".
- Определять жесткость грунта по:** Radio buttons for "коэф-ту постели" and "коэф-ту пропорциональности".

The main workspace shows a cross-section diagram of a retaining wall. The wall is a vertical grey bar on the right side. The soil is represented by a yellow area with a dotted pattern. The diagram includes a coordinate system with a vertical axis on the right (ranging from 92 to 100) and a horizontal axis at the top (ranging from 0 to 100). A label "1 Бессекалиев" is placed near the top left of the soil area. The bottom of the window has a status bar with "Отбрасывание слоев" and "Привязка к экрану".

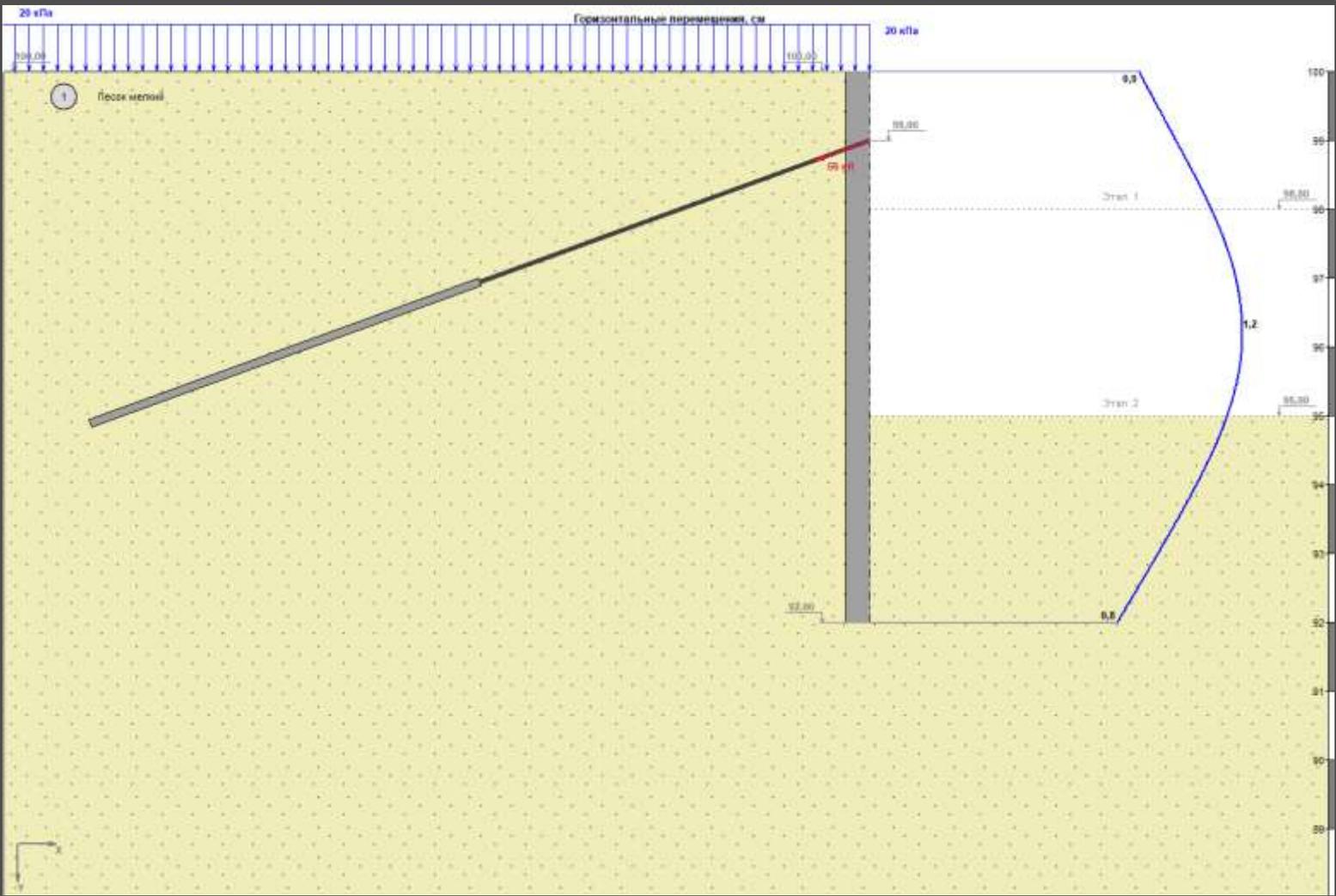
№Э	Групп	L, м	H2, м	Z2, м	P, т/м²	раст, т/м²	c, кПа	φ, °	ka, м²/м³	V
1	Песок мелкий	20,0	20,0	90,0	2,14	2,28	2,7	32,7	4000	0,3

GeoWall 8 – расчетная схема задается интерактивно Malin soft

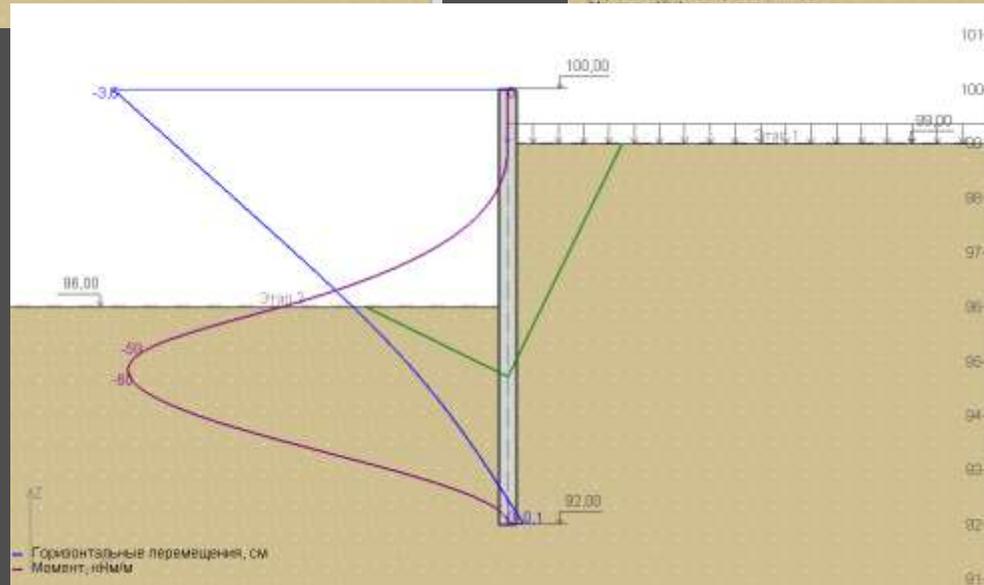
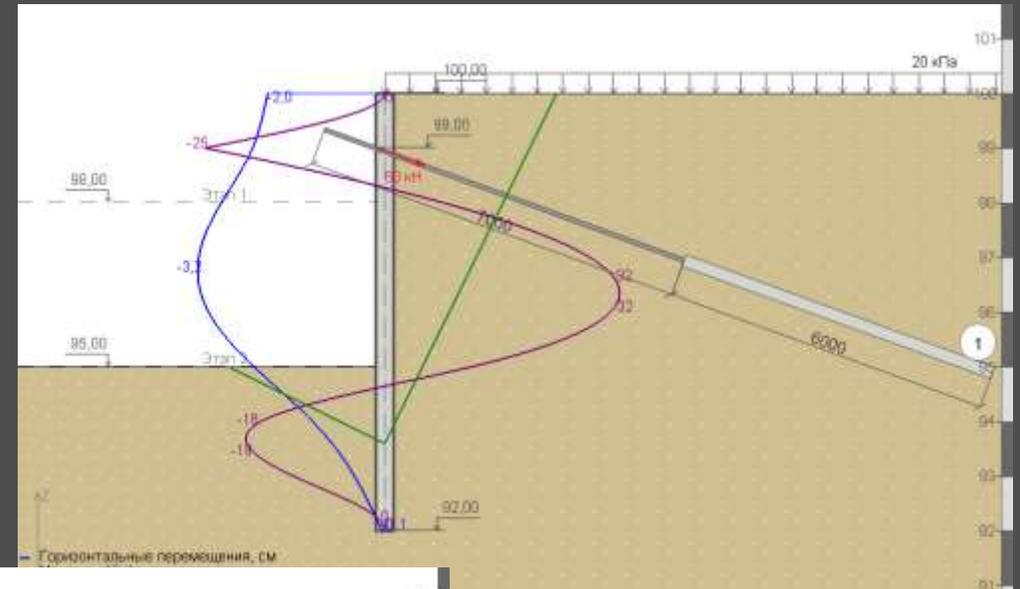
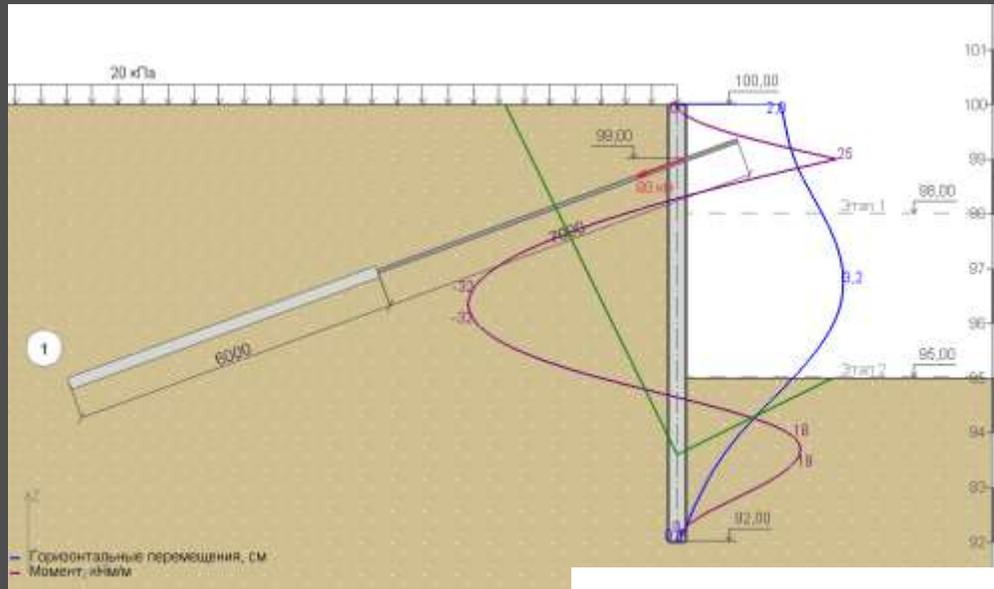




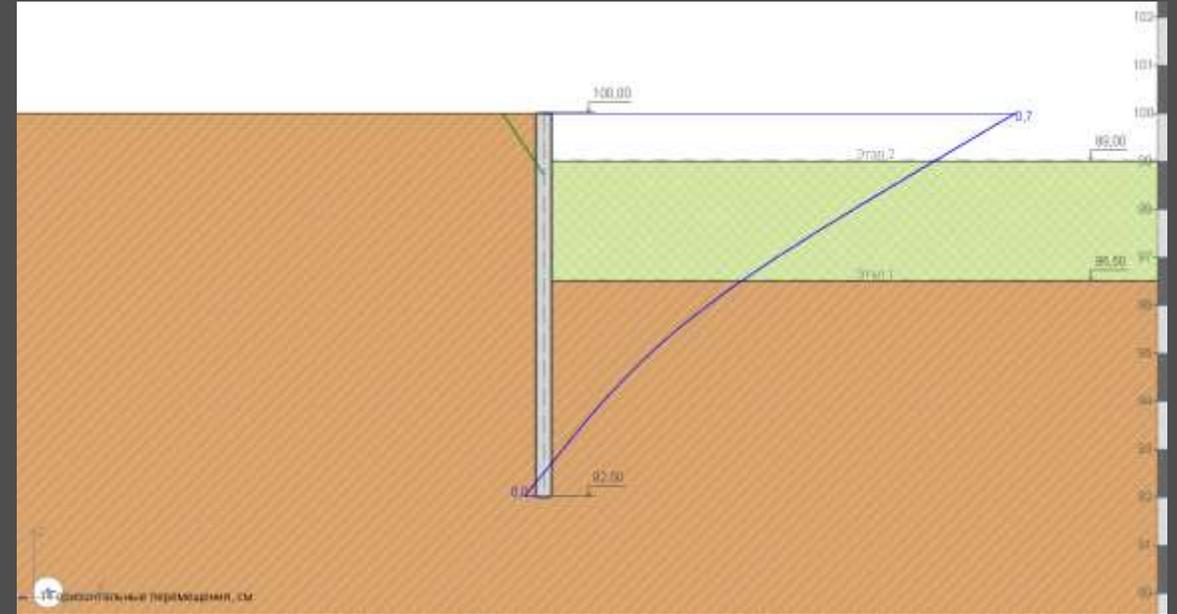
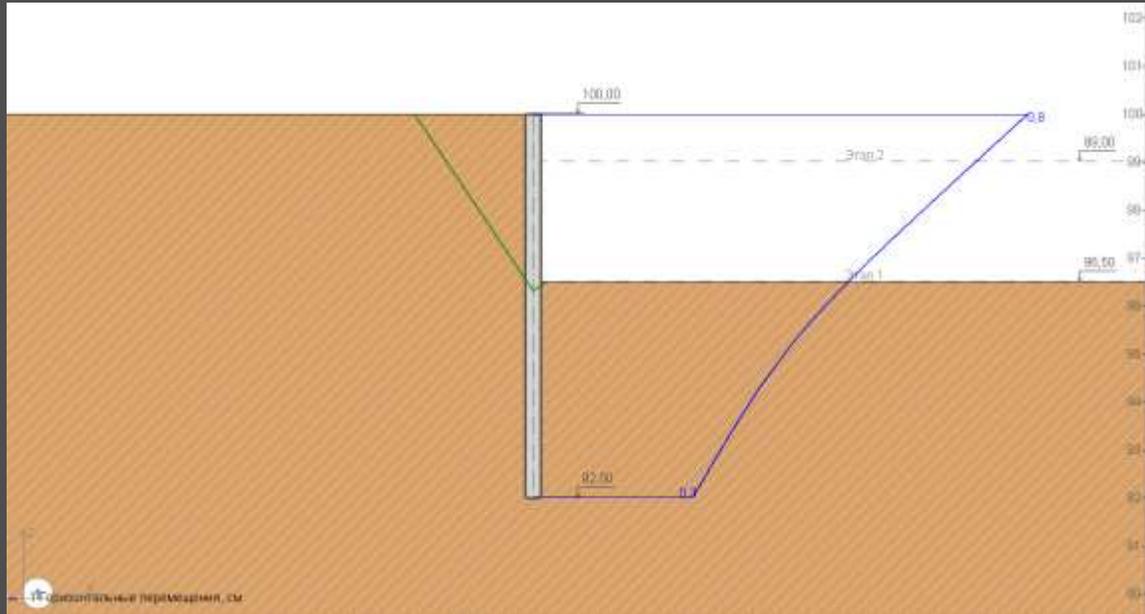
GeoWall 7 – откопка только с одной (правой) стороны



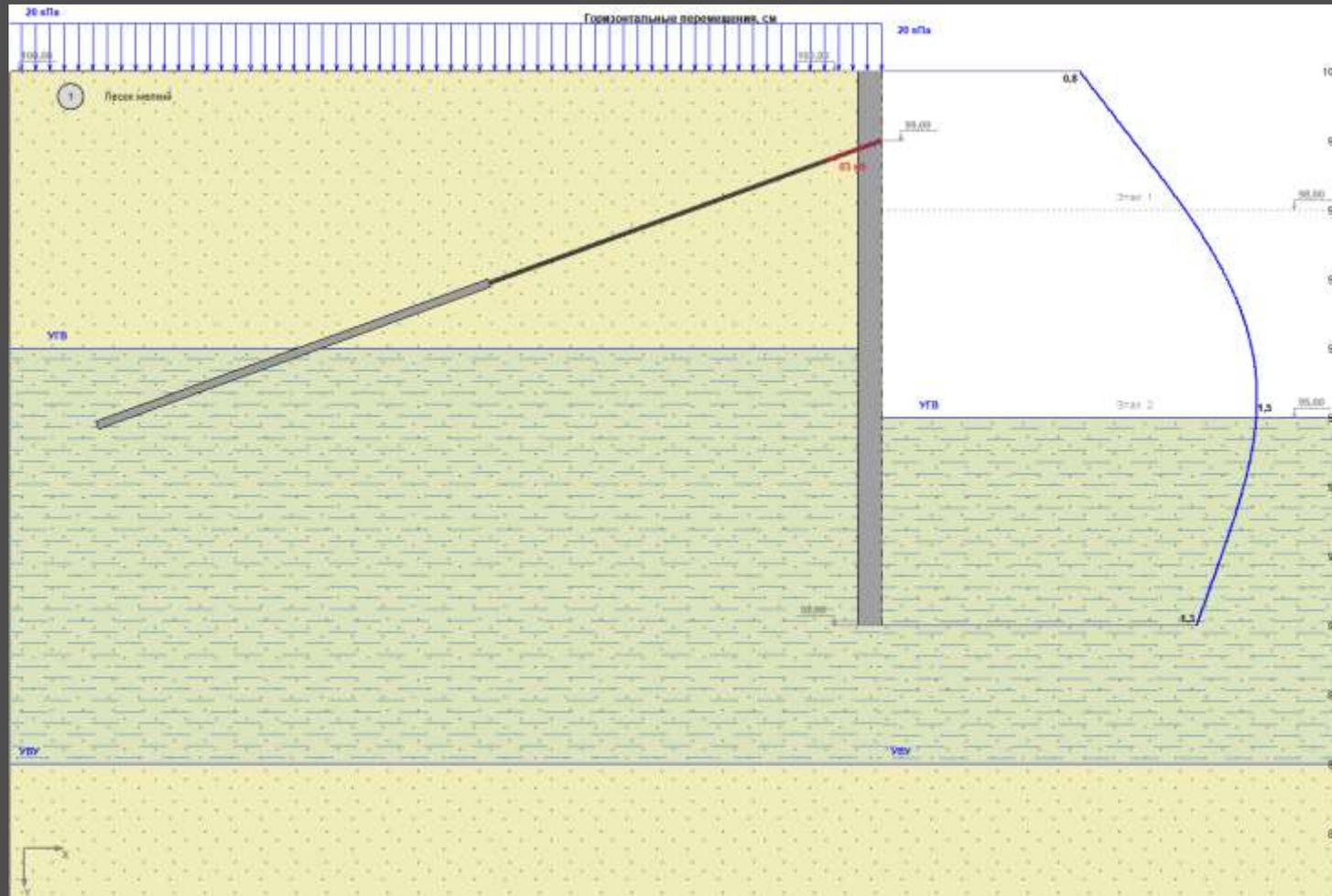
GeoWall 8 - Возможность двусторонней откопки Malin soft



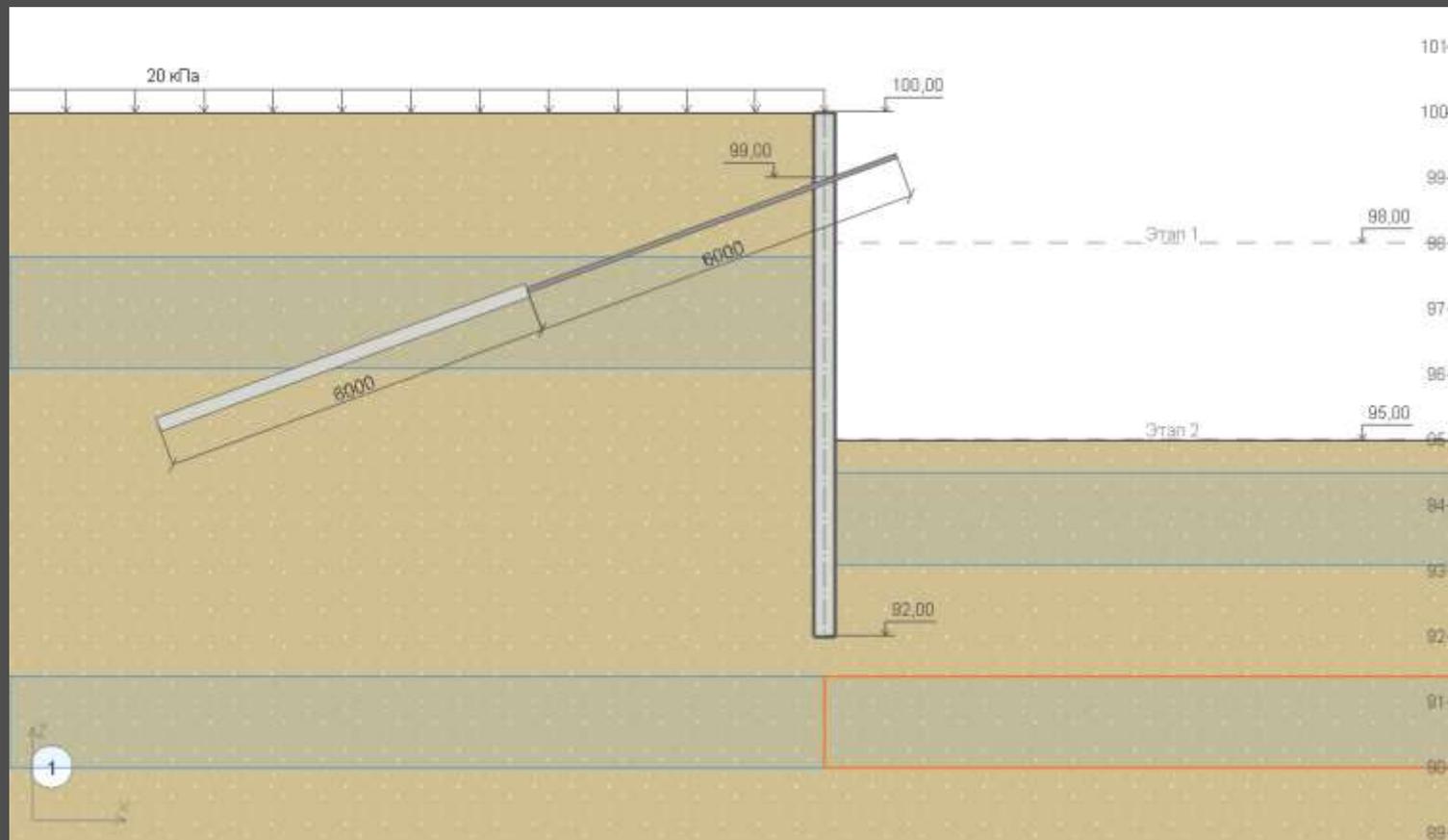
GeoWall 8 - обратная засыпка любым грунтом Malin soft



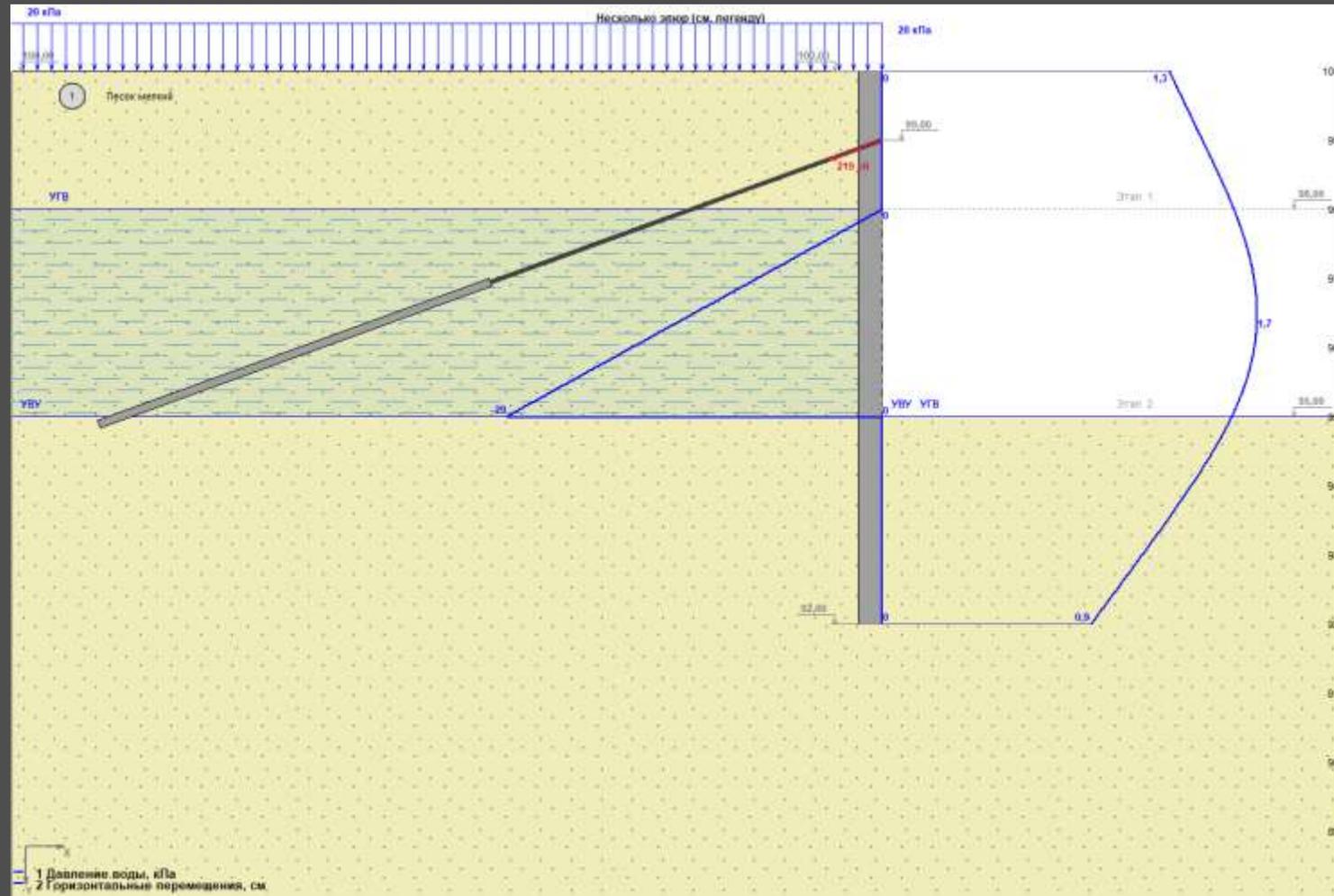
GeoWall 7 - один водоносный слой



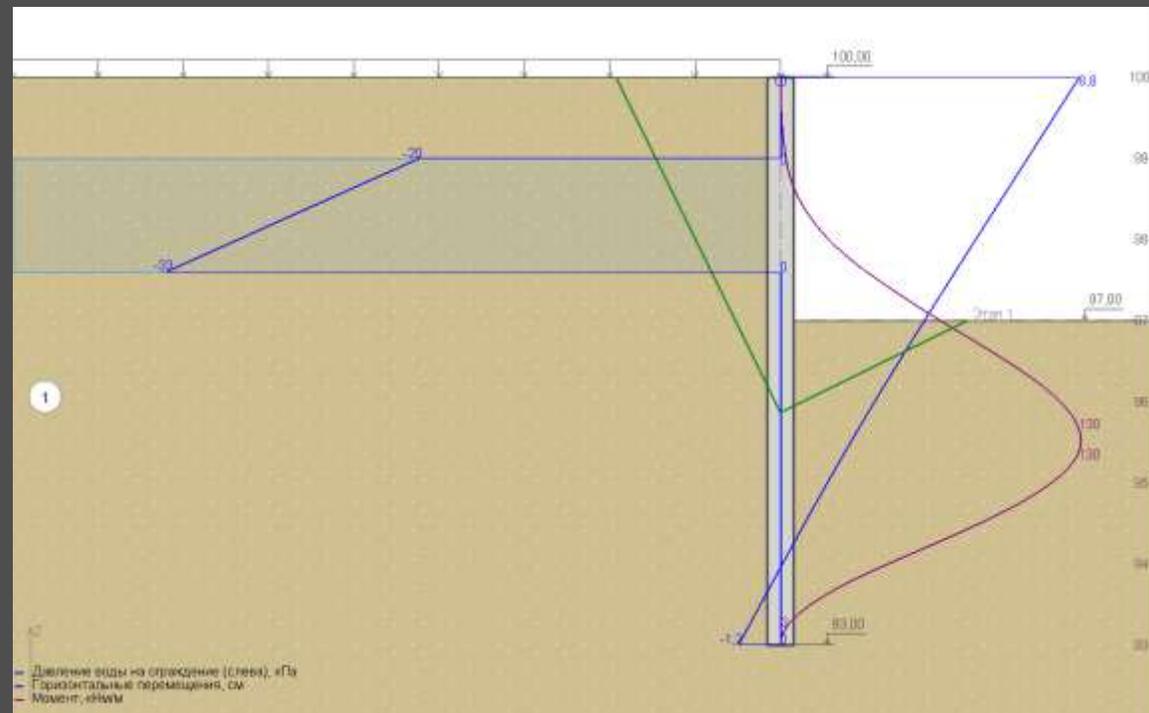
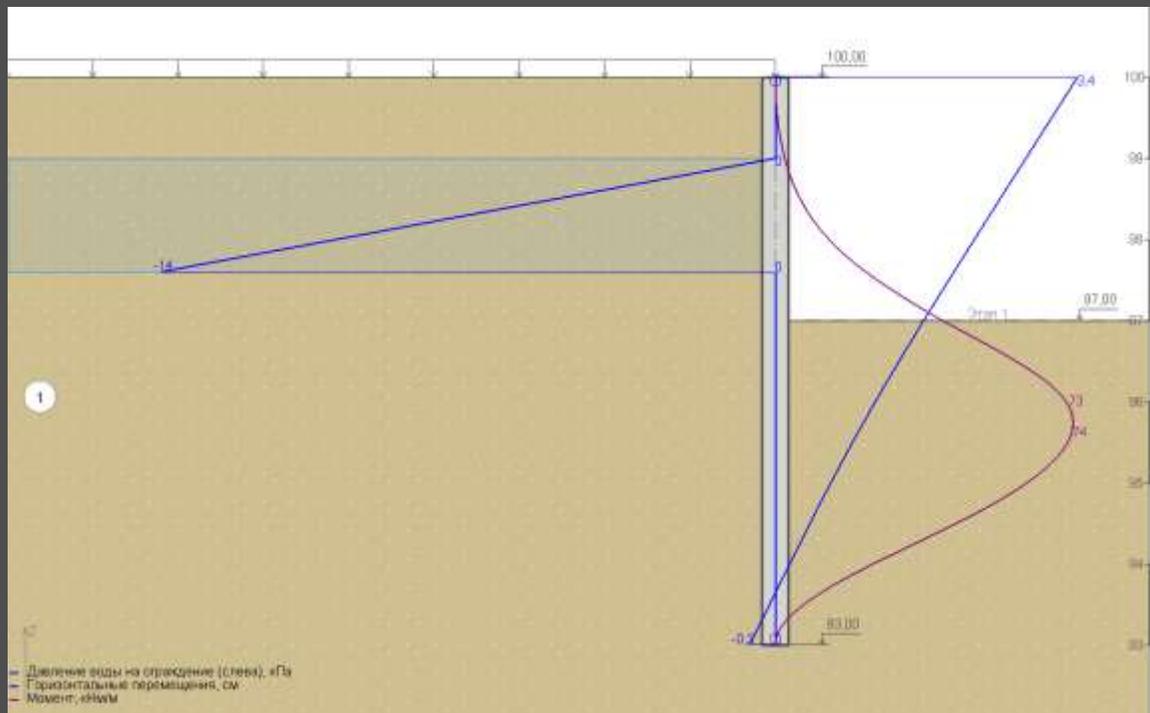
GeoWall 8 - несколько водоносных слоев



GeoWall 7 - учет напора воды отсутствует

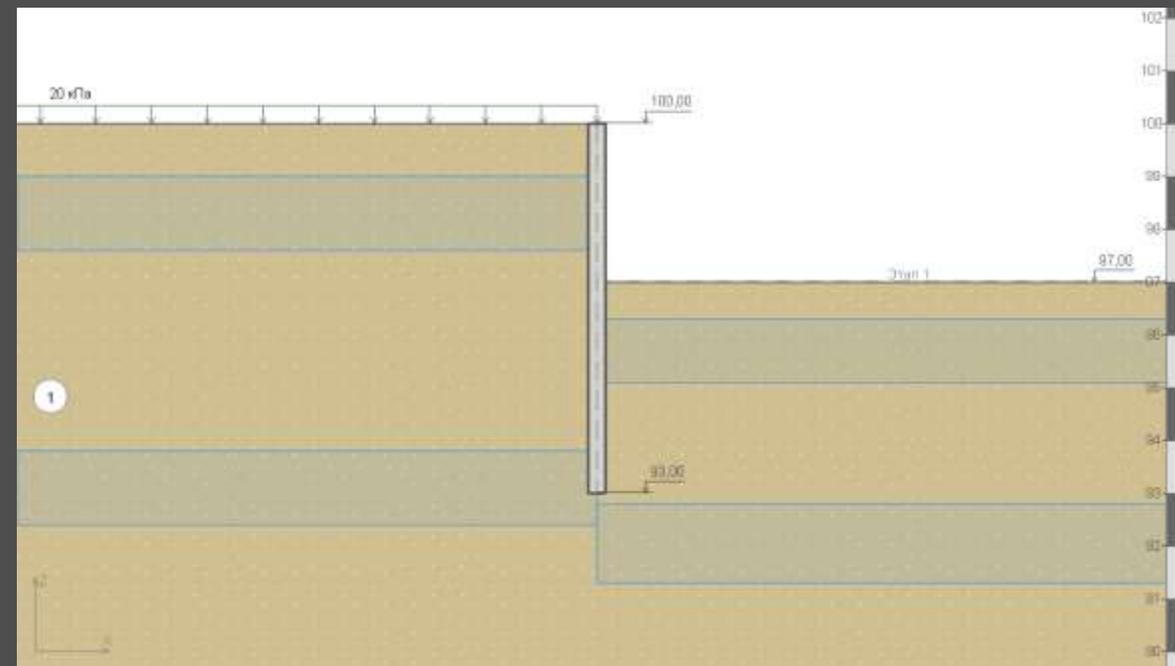
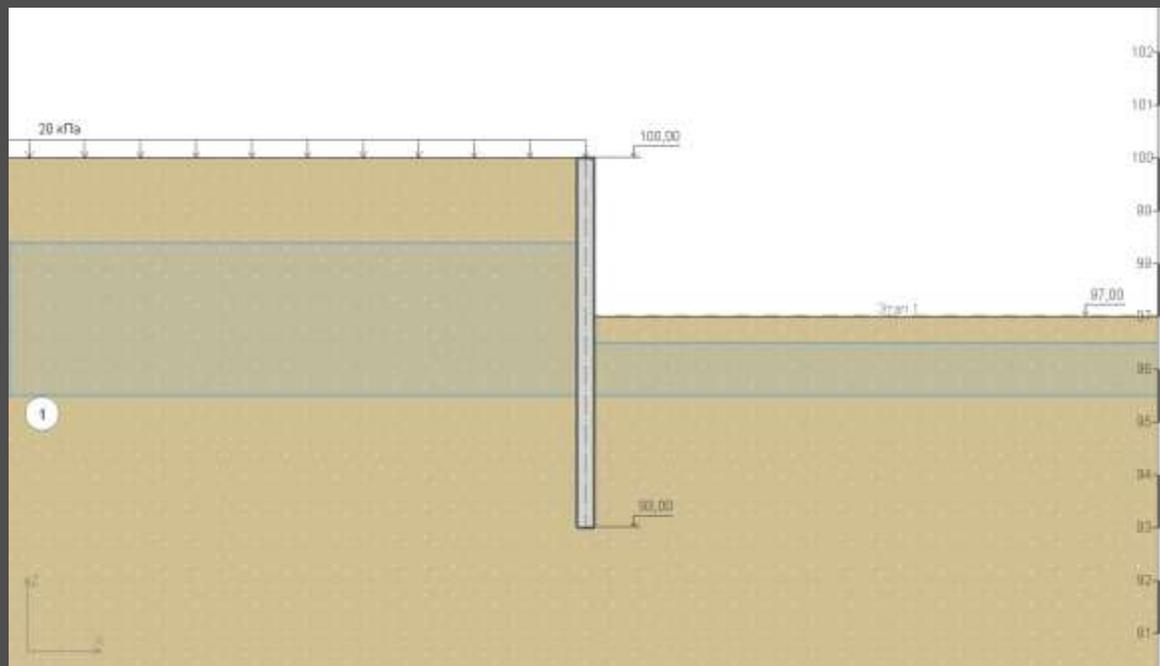


GeoWall 8 - учет напора воды

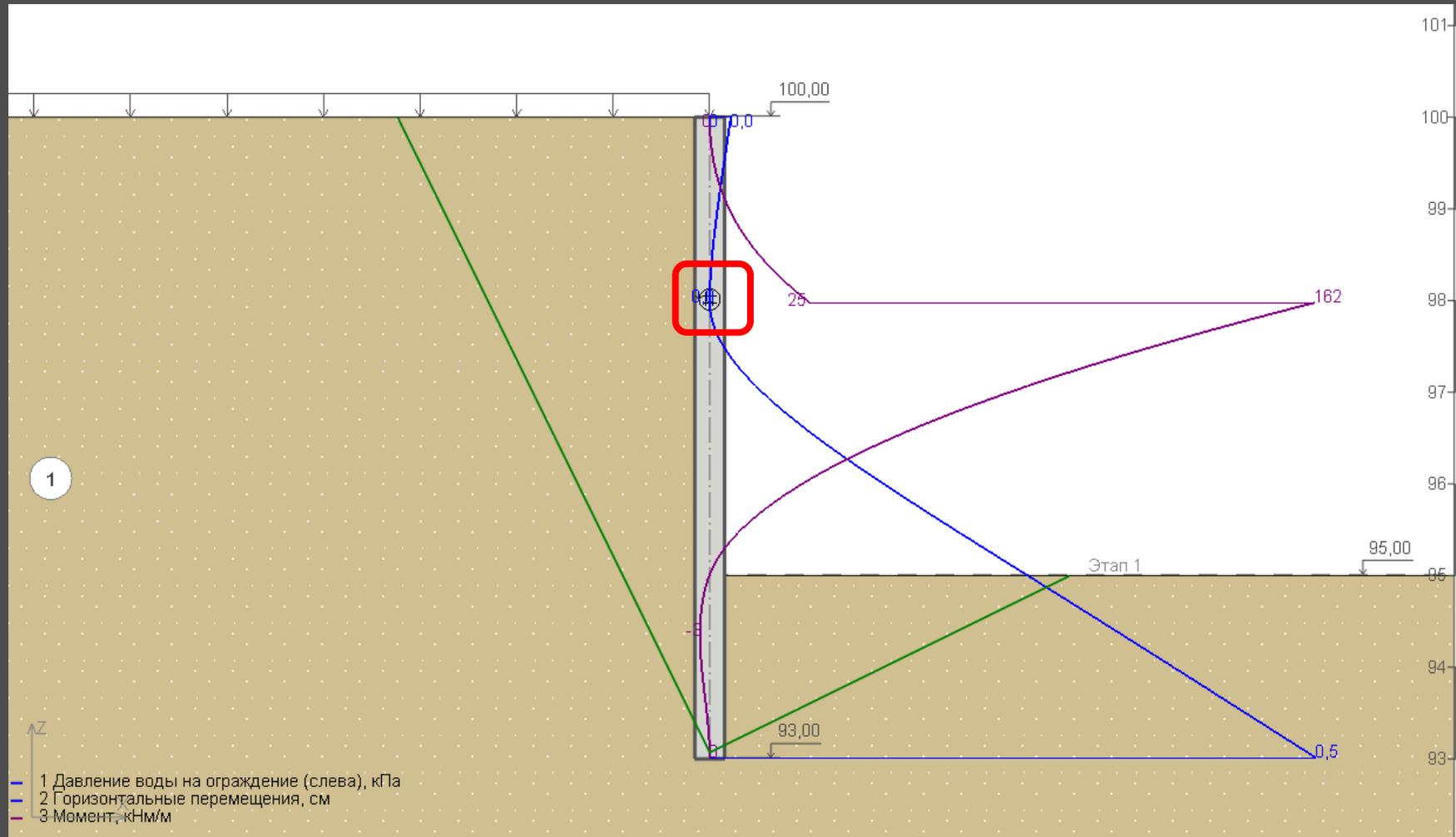


GeoWall 8 – две модели задания грунтовых вод

Malin soft



GeoWall 8 – задание граничных условий



Отчет по СП 63.13330.2018 (Бетонные и железобетонные конструкции)
Обобщенный коэф. запаса: 10,47

Название расчёта	Коэфф.
расчет на прочность сечений изгибаемых элементов	10,47
расчет железобетонных элементов по образованию трещин	2,99

Исходные данные
Расчет на прочность сечений изгибаемых элементов (п. 8.1.6)
Расчет на прочность сечений изгибаемых элементов
Согласно п. 8.1.8

$$Abs(M) \leq M_{ult}$$

где
 M_{ult} – Предельный изгибающий момент, который может быть воспринят сечением элемента

Если армирование симметричное, то для следующего условия необходимы величины:
 x – высота скалой зоны без учета скалой арматуры
Согласно п. 8.1.13:

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b}$$

где
 R_s – Расчетное сопротивление арматуры растяжения по первой группе предельных состояний

Если класс арматуры задан, то
 R_s – Расчетное сопротивление арматуры растяжения по первой группе предельных состояний (по классу арматуры)
Согласно п. 6.2.8, если класс арматуры – А500
 $R_s = 435,8 \text{ МПа} = 435,8 \cdot 10^6 \text{ Па}$
 R_b – Прочность бетона на сжатие по первой группе предельных состояний
 $R_b = R_b \gamma_b \gamma_{c2} \gamma_{c3} \gamma_{c4} \gamma_{c5} \gamma_{c6}$
 R_b – прочность бетона на сжатие по первой группе предельных состояний
Согласно п. 6.1.11)

$$R_b = \frac{R_{b,л}}{\gamma_b}$$

где
 γ_b – Коэффициент надежности по бетону при сжатии (по первой группе предельных состояний)

Таким образом,
 $\gamma_b = 1,3$
 $\gamma_b = 1,3 = 1,30$

$$R_b = \frac{22,0 \cdot 10^8}{1,30} = 16,9 \cdot 10^8 \text{ Па} = 16,9 \text{ МПа}$$

γ_{c2} – Коэффициент, учитывающий влияние длительности действия статической нагрузки

Отчет по СП 16.13330.2017 (Стальные конструкции)
Обобщенный коэф. запаса: 1,31

Название расчёта	Коэфф.
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (напряжения)	1,31
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (касательные напряжения)	1709,14

Исходные данные
Расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (напряжения)
Расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (напряжения)
Согласно п. 8.2.1, ф. 44.5

$$\frac{0,87}{R_y \gamma_c} \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3 \tau_{xy}^2} \leq 1$$

где
 R_y – расчетные сопротивления стали растяжения, сжатия, изгибу по пределу текучести
Согласно п. 6.1, табл. 2:

$$R_y = \frac{R_{yn}}{\gamma_m}$$

$$R_y = \frac{196,0 \cdot 10^6}{1,10} = 178,2 \cdot 10^6 \text{ Па} = 178,2 \text{ МПа}$$

σ_x – Нормальное напряжение в срединной плоскости стенки, параллельное продольной оси балки
 σ_y – нормальное напряжение в срединной плоскости стенки, параллельное продольной оси балки
Согласно п. 8.2.1, опц. ф. 44 (расц.)

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{B}{W_z}$$

$$\sigma_x = \frac{0,00}{50 \cdot 10^{-4}} + \frac{62 \cdot 10^3}{396 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,00}{129 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,00}{1000000 \cdot 10^{-6}} = 156,7 \cdot 10^6 \text{ Па} = 156,7 \text{ МПа}$$

σ_y – нормальное напряжение в направлении, перпендикулярном к продольной оси балки
Согласно п. 8.2.1, опц. ф. 44:

$$\sigma_y = \sigma_{loc}$$

где
 σ_{loc} – местное напряжение
Согласно п. 8.2.1, опц. ф. 44 (не учитывается!):
 $\sigma_{loc} = 0$

Отчет по СП 16.13330.2017 (Стальные конструкции)
Обобщенный коэф. запаса: 1,05

Название расчёта	Коэфф.
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (напряжения)	2,99
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (касательные напряжения)	28,32
расчет на прочность при действии продольной силы с изгибом	2,17
расчет на устойчивость при действии продольной силы с изгибом	1,49
расчет на предельную гибкость элемента	1,05

Исходные данные
Расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (напряжения)
Расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (напряжения)
Согласно п. 8.2.1, ф. 44.5

$$\frac{0,87}{R_y \gamma_c} \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3 \tau_{xy}^2} \leq 1$$

где
 R_y – расчетное сопротивление стали растяжения, сжатия, изгибу по пределу текучести
Согласно п. 6.1, табл. 2:

$$R_y = \frac{R_{yn}}{\gamma_m}$$

$$R_y = \frac{196,0 \cdot 10^6}{1,10} = 178,2 \cdot 10^6 \text{ Па} = 178,2 \text{ МПа}$$

σ_x – Нормальное напряжение в срединной плоскости стенки, параллельное продольной оси балки
 σ_y – нормальное напряжение в срединной плоскости стенки, параллельное продольной оси балки
Согласно п. 8.2.1, опц. ф. 44 (расц.)

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} + \frac{B}{W_z}$$

$$\sigma_x = \frac{-115 \cdot 10^3}{60 \cdot 10^{-4}} + \frac{41 \cdot 10^3}{471 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,00}{471 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,00}{1000000 \cdot 10^{-6}} = 68,2 \cdot 10^6 \text{ Па} = 68,2 \text{ МПа}$$

σ_y – нормальное напряжение в направлении, перпендикулярном к продольной оси балки

- Проверка сечений ограждений, распорок, обвязочных поясов по СП 16.13330.2017 и СП 63.13330.2018 и вывод подробных отчётов

Ограждение

Тип ограждения	Трубы
Длина м	9,00
Шаг мм	1000
Коеф. условной работы (γс)	0
ГОСТ	ГОСТ 10704-91
Диаметр мм	325
Толщина мм	5
Класс прочности	Без термической об
Марка стали	08пс

Параметры		Анализ
Методика расчета	СП 16.13330.2017 (прочность)	
Момент кН/мм	200	
Продольная нагрузка кН/м	0	
Перерезывающая сила кН/м	0	

Расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (момент) (п. 8.2.1, ф. 41)
 Расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (момент)

Согласно п. 8.2.1, ф. 41:

$$\frac{Abs(M)}{W_{min} \cdot R_y \cdot \gamma_s} \leq 1$$

$$\frac{Abs(200 \cdot 10^3)}{(396 \cdot 10^4) \cdot (178,2 \cdot 10^3) \cdot 1,00} \leq 1$$

$$2,83 \leq 1,00$$

- проверка НЕ выполнена!

Кoeffициент использования:
 $2,83 / 1,00 = 2,83$

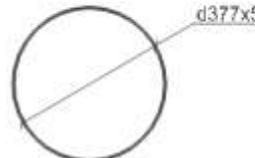


Расчет распорок

Распорка 1 - Труба d377x5

Задание нагрузки	Из осн. расчета
Осевое усилие кН	96,3
Доп. распредел. сила кН/м	0
Длина м	20,0
Угол °	0

Типы распорок	Трубчатые
Сечения	Трубы
ГОСТ	ГОСТ 10704-91
Диаметр мм	377
Толщина мм	5
Класс прочности	Без термической обраб
Марка стали	10
Жесткость кН/мм	61,4
Пред. усилие кН	1145,3
Коефф. условной работы γс	1,0
Коефф. над-ти по отв. угл	1,0
Коефф. над-ти по мат. угл	1,1



Расчет на прочность при действии продольной силы с изгибом (п. 9.1.1, ф. 105, 106)
 Расчет на прочность при действии продольной силы с изгибом

Согласно п. 9.1.1, нужно исп. ф. 106:

$$\frac{Abs(N)/A_n + Abs(M_x)/W_{mx} + Abs(M_y)/W_{my} + Abs(B)/W_{min}}{(R_y \cdot \gamma_s)} \leq 1$$

$$\frac{Abs((-96 \cdot 10^3))/(58 \cdot 10^4) + Abs((22 \cdot 10^3))/(536 \cdot 10^4) + Abs(0,00)/(536 \cdot 10^4) + Abs(0,00)/(1000000 \cdot 10^4)}{(178,2 \cdot 10^3) \cdot 1,00} \leq 1$$

$$0,33 \leq 1,00$$

- проверка **ВЫПОЛНЕНА!**

Кoeffициент использования:
 $0,33 / 1,00 = 0,33$

Кoeffициент запаса:

Ограждение

Тип ограждения: Буровые сваи

Длина n: 9,00

Шаг n: 1000

Коэф. условий работы γ_{cd} : 0

Бетон

Арматурный каркас: d25 x 10

Форма бетона: Сваи

Норматив: СП 63.13330.2018

Класс бетона: В30

Количество рядов: 1

Расстояние между рядами n: 1000

Диаметр сваи n: 600

Параметры	Анализ
Методика расчета	СП 63.13330.2018 (НДМ)
Момент M_{Ed} кНм	170
Продольная нагрузка N_{Ed} кН	0
Перерезывающая сила V_{Ed} кН	0

НДМ - бетон, наиболее сжатое волокно (п. 8.1.24, ф. 8.37)
 НДМ - бетон, наиболее сжатое волокно:

Согласно п. 8.1.24, ф. 8.37:

$\sigma_{s,Ed} / \sigma_{sk}$	0,001 ≤ 0,004
	0,001 ≤ 0,004
	- проверка ВЫПОЛНЕНА!

Коэффициент использования:
 $0,001 / 0,004 = 0,29$

Расчет обвязочного пояса

Обв. пояс яруса анкеров 1: Железобетон (изменен)

Обв. пояс яруса распорок 1: Двутавр х 1

Расчет	Общий отчет
Конструкция пояса	ЖБ
Схема	GeoWall 7
Задание нагрузки	Из оcn. расчета
Осевое усилие в анкере N_1	69,2
Продольное усилие в поясе N_1	

Элемент	Бетон
Норматив	СП 63.13330.2018
Класс бетона	В30
Толщина мм	200
Ширина мм	400

Методика	Анализ
Методика	СП 63.13330.2018 (НДМ)
Коэф. условий работы γ_{cd}	1
Коэф. по отв-ли уп	1
Коэф. надежн. мат-ла уп	1,1

Подбор Отчет Принять

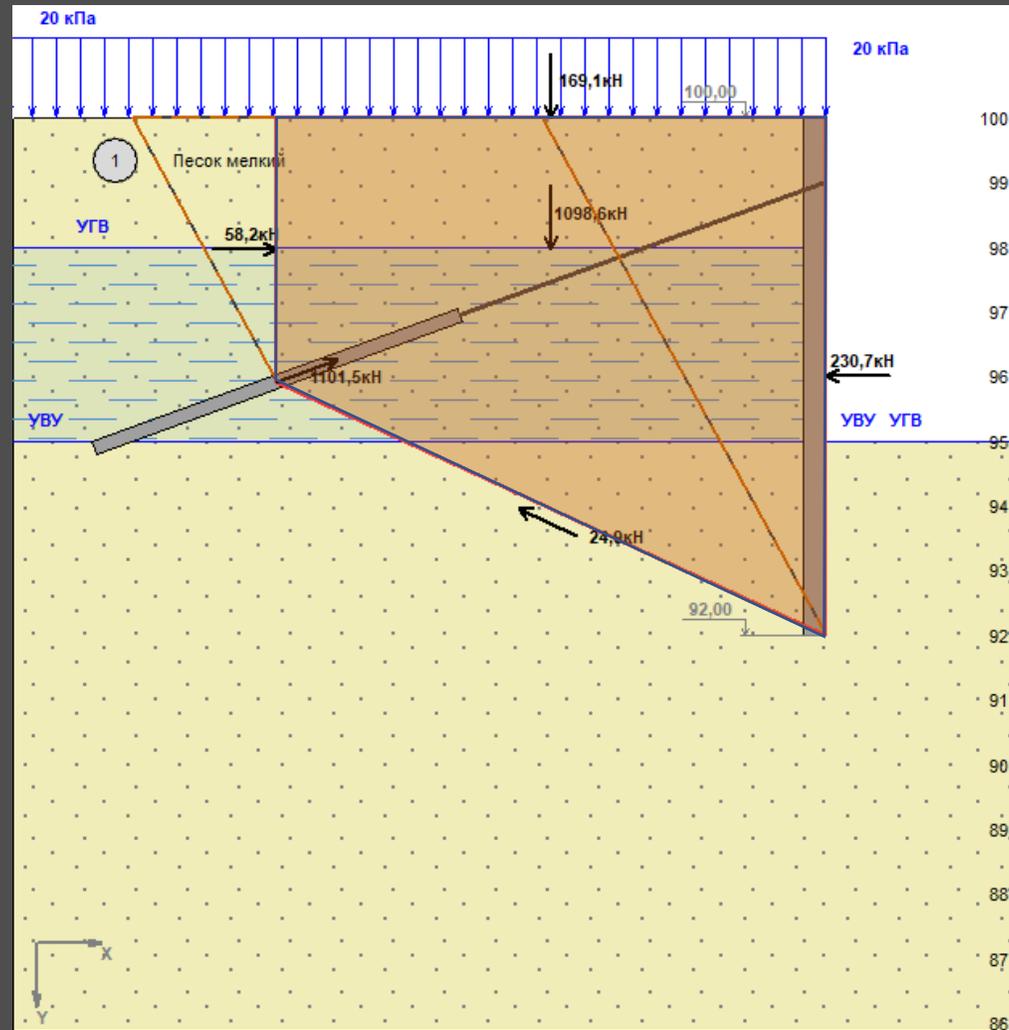
НДМ - бетон, наиболее сжатое волокно (п. 8.1.24, ф. 8.37)
 НДМ - бетон, наиболее сжатое волокно:

Согласно п. 8.1.24, ф. 8.37:

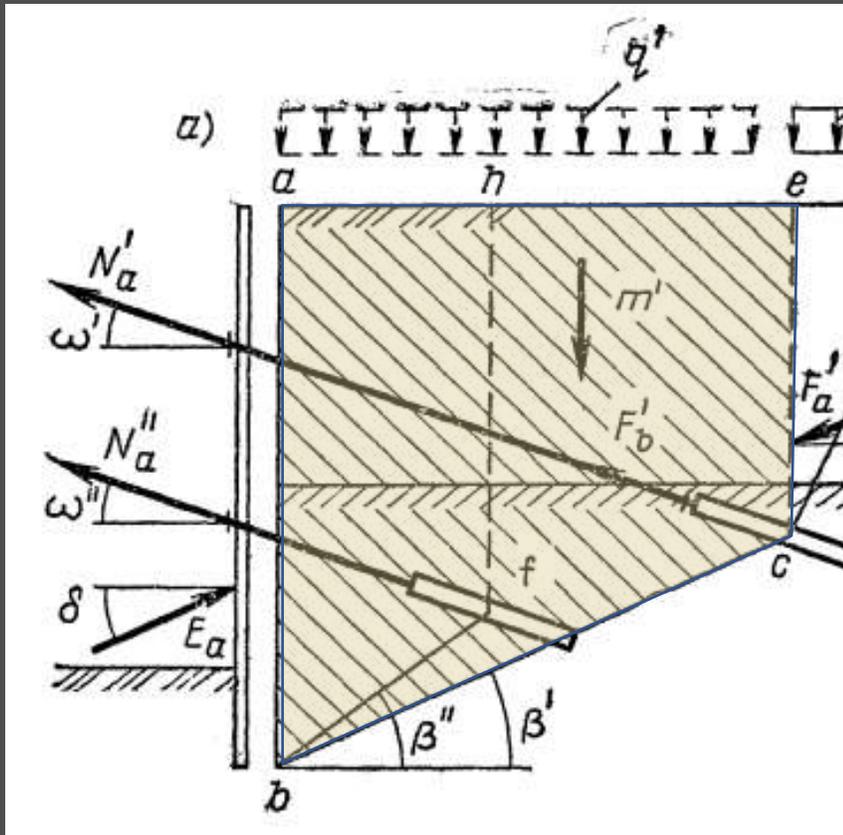
$\sigma_{s,Ed} / \sigma_{sk}$	0,001 ≤ 0,004
	0,001 ≤ 0,004
	- проверка ВЫПОЛНЕНА!

Коэффициент использования:
 $0,001 / 0,004 = 0,32$

GeoWall 7 - модуль Kranz только с одним ярусом анкеров Malin soft



GeoWall 8 – несколько ярусов анкеров в модуле Kranz Malin soft



Модуль Кранц

Исходные данные

Коэффициент запаса	1,0
Задание нагрузки	Из осн. расчета
Усилие в анкере 1 кН	103,4
Усилие в анкере 2 кН	2,3
Усилие в анкере 3 кН	98,4

Результаты на текущем этапе

Вариант расчетной схемы	2
Коэффициент устойчивости	3,669

наиболее низкий коэффициент устойчивости 1,812 > 1,000

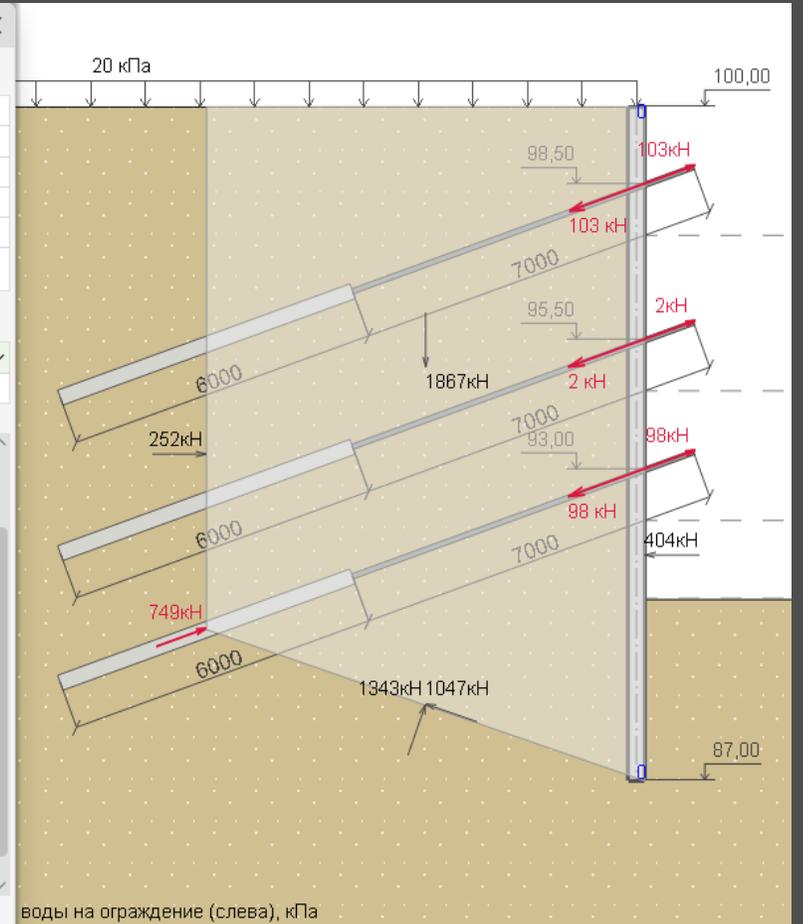
Этап	Ky	K ≥ [K]
2.F0	18,75	✓
2	2,91	✓
3	1,54	✓
4.F0	1,59	✓
4	1,81	✓

Данные на текущем этапе

Наиболее низкий коэффициент устойчивости 1,812 > 1,000

Вариант	ΣFx, кН	ΣNx, кН	Ky	K ≥ [K]
1	176	97	1,81	✓
2	704	192	3,67	✓
3	398	99	4,01	✓

ΣFx - сумма X-проекций усилий сопротивления на 1 п.м.
ΣNx - сумма X-проекций выдергивающих усилий на 1 п.м.



GeoWall 7 – корректировка жесткости нажатием дополнительных кнопок

Анкеры Распорки Грунтовые распорки

Анкеры

→ → × Расстояние от крит. призмы до корня: м   

Вкл	Этапы		h, м	Угол, гр	Гор. угол, гр	Шаг, м	Ls, м	Lk, м	C, кН/мм	F, кН	Fs, кН	Fm, кН
	Вкл	Выкл										
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0	1	20	0	3	10	6	45	0	0	1285,2

Бермы

→ → ×

Вкл	Этап	Верх бермы, м	Отступ, м	Ширина откоса, м	Высота откоса, м
<input type="checkbox"/>					

Этапы разработки котлована



GeoWall 8 – корректировка жесткости автоматически Malin soft

Редактор свойств

Анкер

Аннеры	Винтовые	▼
Тип	Атлант	▼
Тип	57x10	▼
Включить	<input checked="" type="checkbox"/>	
Z, м	99,00	
Угол установки, °	20	
Направление	Влево	▼
Угол раскоса, °	0	
Шаг установки, мм	3000	
Свободная длина, м	6,0	
Длина корня, м	6,0	
Длина выпуска, м	1,0	
Усиление преднатяжения, кН	10	
Жесткость, кН/мм	51,7	
Пред. усилие, кН	856	

Проверка расчетной схемы

Проверка схемы

Сообщения Настройки

⚠ Удельное сцепление грунта № 1 не входит в рекомендуемый диапазон значений

Проверка схемы

Сообщения Настройки

Проверка геологии

- Наличие грунтов
- Наличие грунтовых слоев
- Наличие значений параметров ИГЭ
- Адекватность величины Удельный вес грунта
- Адекватность величины Удельное сцепление грунта
- Адекватность величины Угол внутреннего трения грунта
- Адекватность величины Коэффициент постели
- Задание параметров грунтовым слоям

Проверка вхождения величины Удельное сцепление грунта в диапазон допустимых значений

Диапазон значений

Мин. значение кПа
0,00

Макс. значение кПа
100,00

По умолчанию

Мастер генерации расчетной схемы

Malin soft

The screenshot displays the Malin soft GeoWall 8.1 software interface, which is used for generating calculation schemes for retaining walls. The interface is divided into several main sections:

- Top Panel:** Contains the title bar and a menu bar with options like "Расчетная схема" (Calculation Scheme) and "Анализ" (Analysis).
- Toolbar:** A row of icons for various functions such as "Геология" (Geology), "Ограждение" (Retaining Wall), "Этапы" (Stages), "Бермы" (Berms), "Нагрузки" (Loads), "Вода" (Water), "ГУ" (Groundwater), "Распорки" (Bracing), "Анкеры" (Anchors), "Помощники" (Helpers), "Проверка" (Check), and "Настройки" (Settings).
- Left Panel:** Includes a "Description of the stage" field, a "Properties editor" (currently empty), and a "Help" section with a table of parameters.
- Right Panel:** Shows a 2D cross-section of a retaining wall with five stages of anchors. The wall is subjected to a horizontal load of 20 kPa. The diagram includes dimensions for anchor lengths (6000 mm), spacings (12000 mm), and vertical positions (98.00, 95.00, 92.00, 89.00, 86.00). The wall height is 101.00 units, and the base is at 79.00 units. The ground level is at 101.00 units.

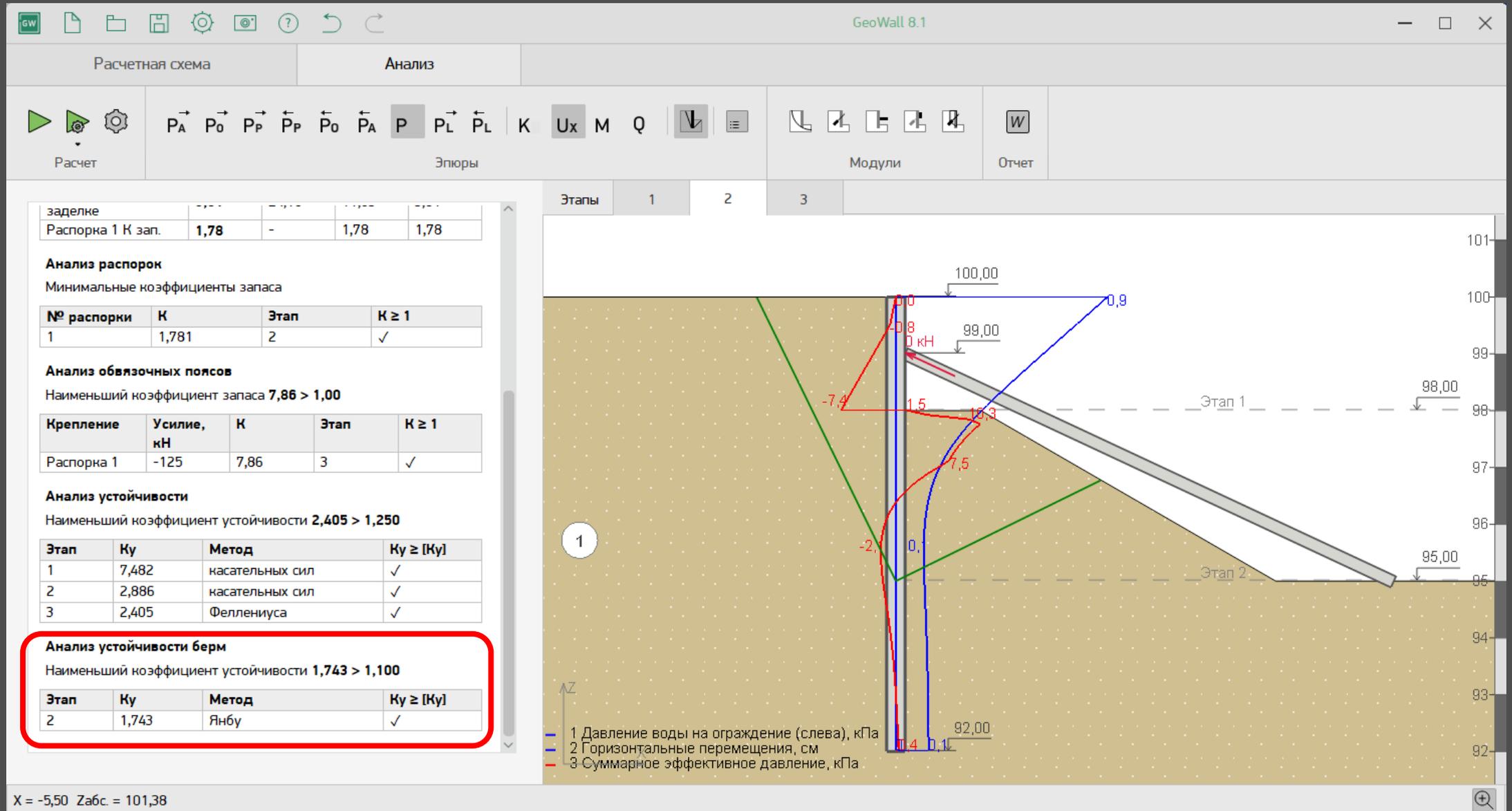
Help Table:

Помощник	
Создание анкеров	Обновление этапов
Глубина котлована «	14,00
Расстояние до первого яруса «	2,00
Расстояние между ярусами «	3,00
Переополна для анкера «	1,00
Угол установки анкеров °	20
Длина корней анкеров «	6,0
Усилие преднатяжения «Н	100
Длина анкерной штанги «	3
Выпуск анкера «	1,0
Шаг анкеров в плане «	3000
Расстояние до крит. призмы «	2,00

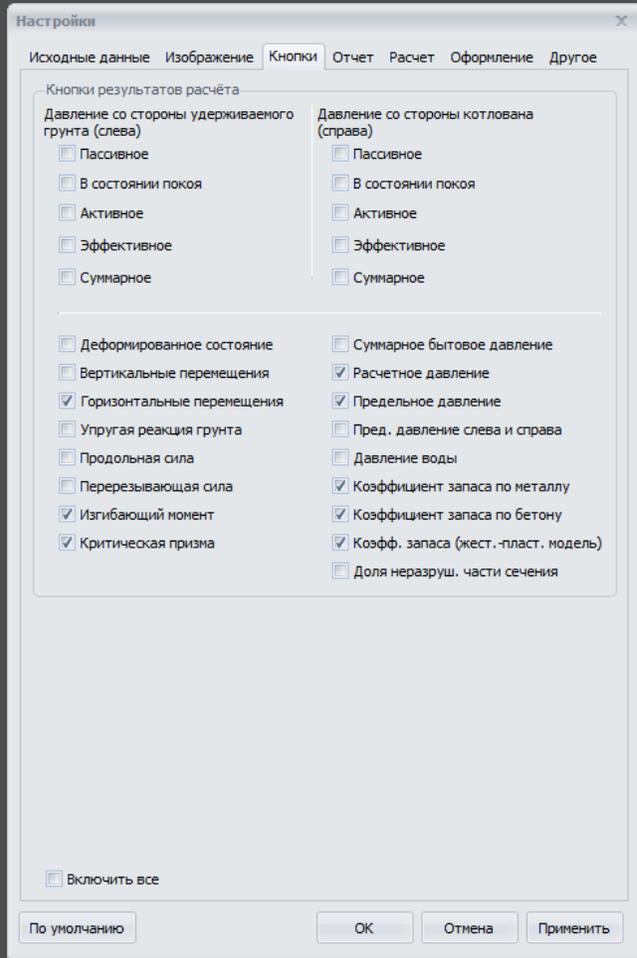
Coordinates: X = -433.265, Z = 98,78 (left panel); X = -17,61, Z = 101,99 (bottom panel).

Анализ устойчивости берм

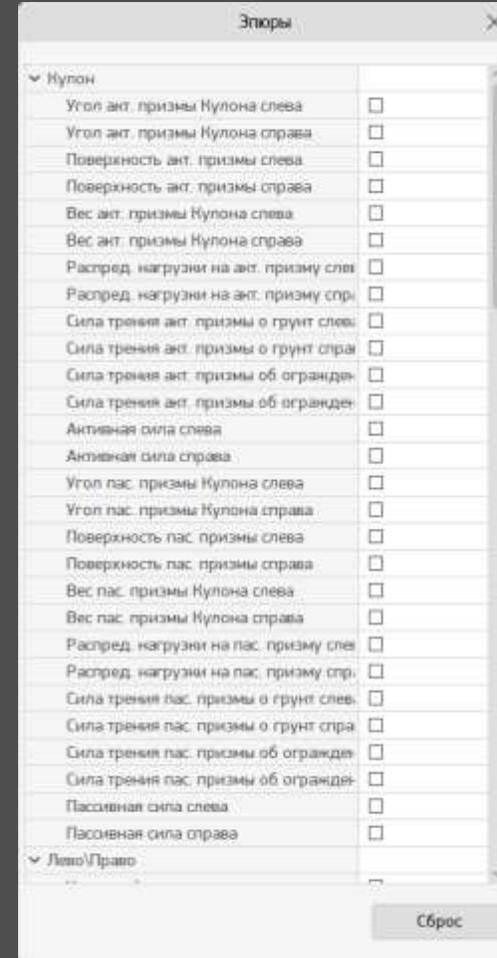
Malin soft



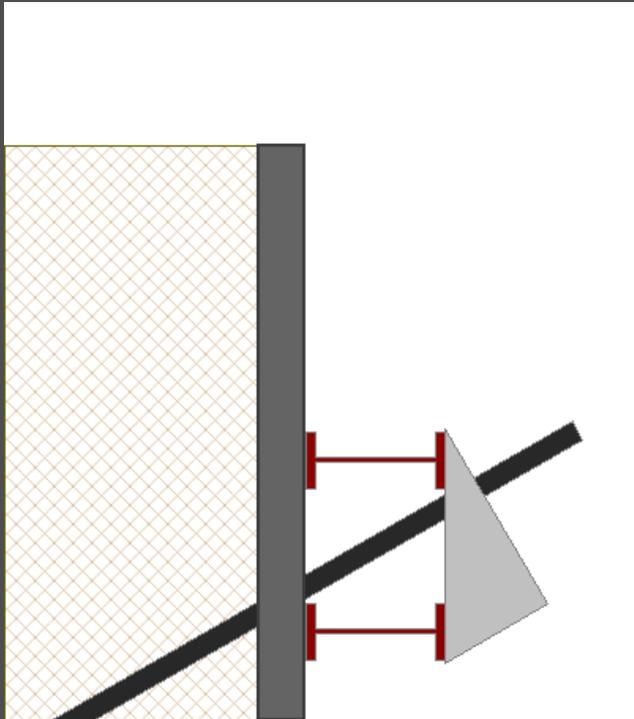
Увеличенное количество эпюр



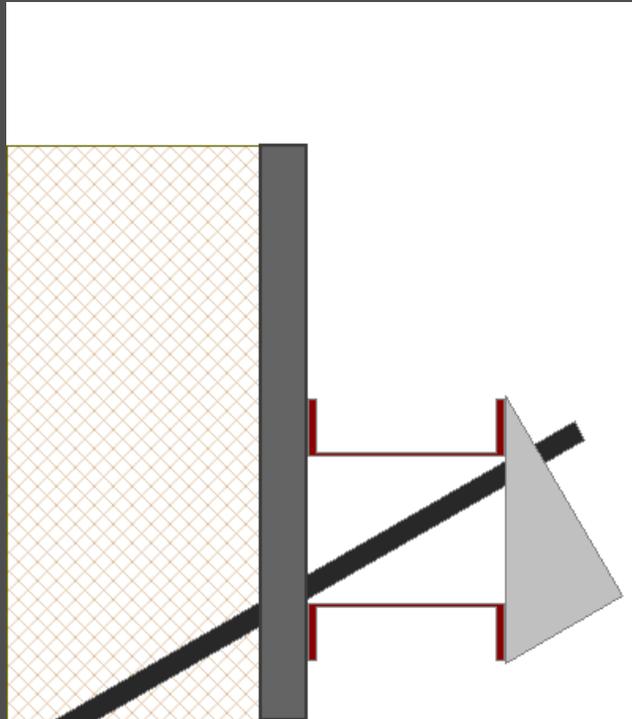
GeoWall 7 (27 эпюр)



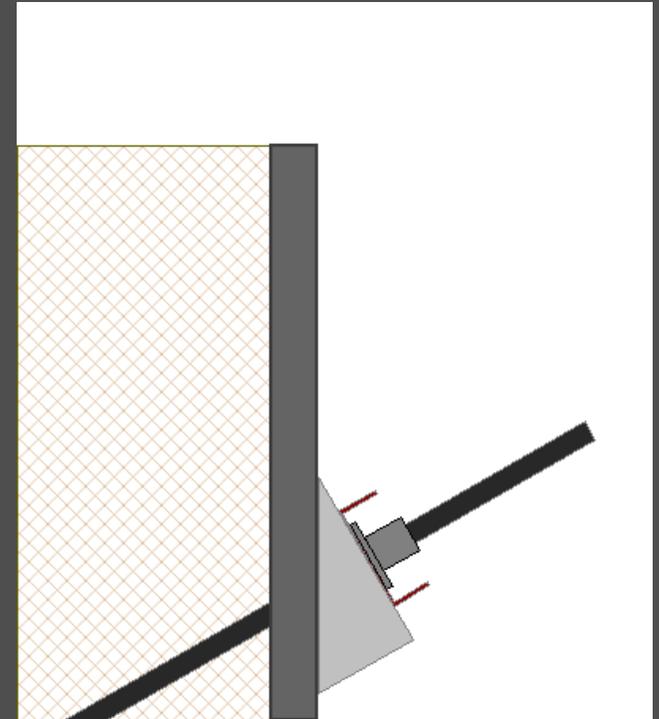
GeoWall 8 (122 эпюры)



GeoWall 7 (2 двутавра)

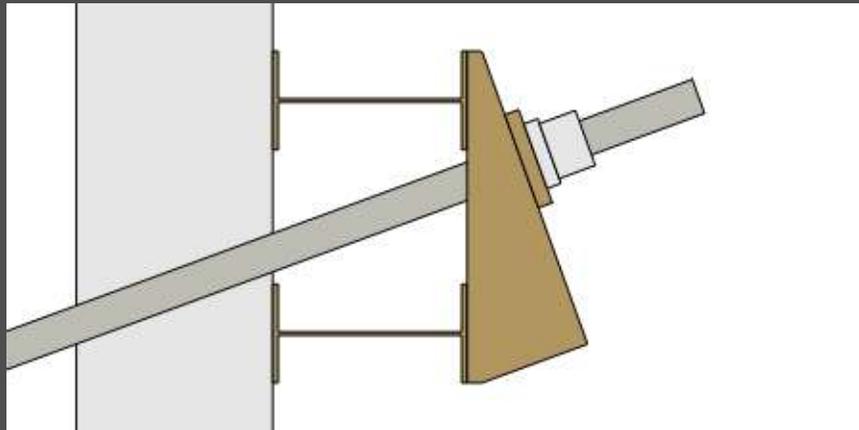


GeoWall 7 (2 швеллера)

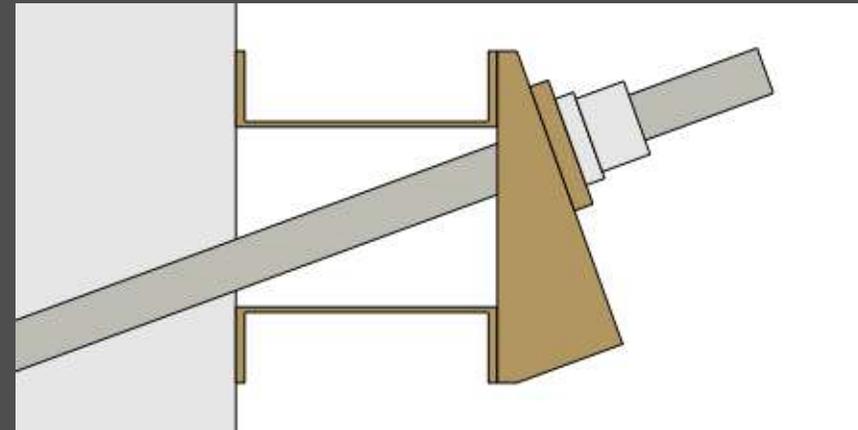


GeoWall 7 (1 швеллер)

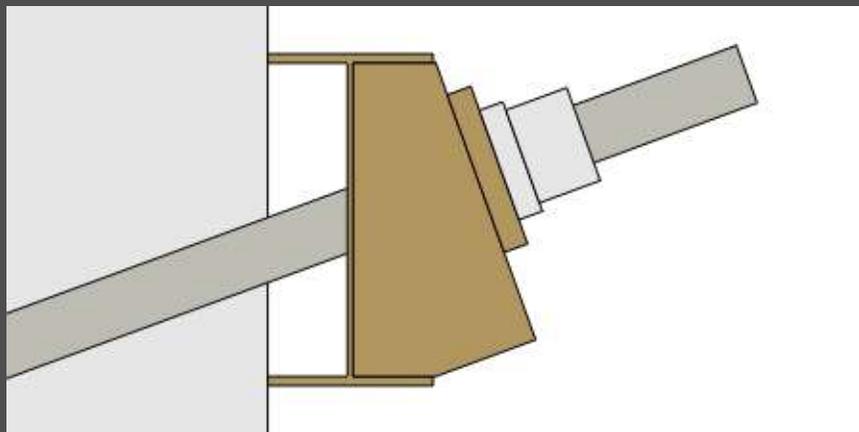
GeoWall 8 – 4 схемы обвязочных поясов



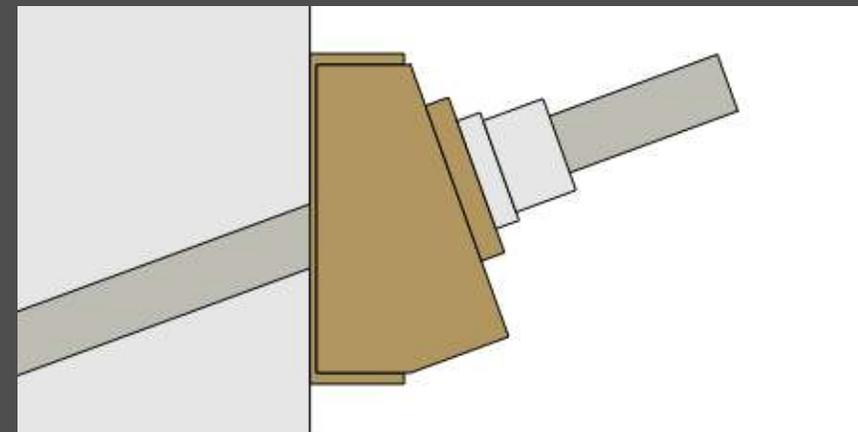
GeoWall 8 (2 двутавра)



GeoWall 8 (2 швеллера)



GeoWall 8 (1 двутавр)



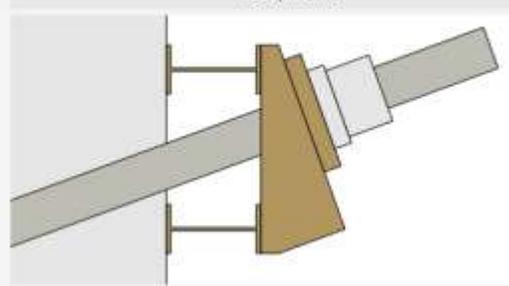
GeoWall 8 (1 швеллер)

Расчет обязательного пояса

Расчет

Обв. пояс яруса анкеров 1: Двутавр х 2 (изменен)

Конструкция пояса	Двутавр х 2
Расположение бугеля	На поясе
Схема	GeoWall 7
Задаче нагрузки	Из осн. расчета
Осевое усилие nH	212,2



Общий отчет

Результаты расчета

Обобщенный коэфф. запаса: 1,04

Название расчёта	Кэфф.
Запас (Обв. пояс)	1,04

Жесткостные свойства сечения	Значение
Продольная жесткость EA (1 эл-т), МН	843,8
Изгибная жесткость EJ (1 эл-т), МНм	3,7
Площадь A (1 эл-т), см ²	40
Модуль упругости, МПа	210000
Геом. момент инерции отн. оси X (1 эл-т), см ⁴	1739

ГОСТ: ГОСТ Р 57837-2017
 Тип: Тип Б
 Профиль: 16Б2
 Класс прочности: С245Б
 Зазор мм: 50

Методика: Методика GeoWall 7

Кэфф. условий работы ус: 1
 Кэфф. по отв-ти уп: 1
 Кэфф. наденк мат-ла уп: 1,1

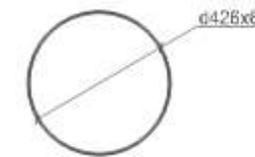
Подбор Отчет Принять

Подбор обязательного пояса

Расчет распорки

Распорка 1 - Труба d426x6 (изменена)

Задаче нагрузки	Из осн. расчета
Осевое усилие nH	96,9
Доп. распред. сила nH/m	1
Длина m	20,0
Угол °	0



Типы распорок: Трубчатые
 Сечения: Трубы
 ГОСТ: ГОСТ 10704-91
 Диаметр: 426
 Толщина: 6
 Класс прочности: Термически обработан
 Марка стали: В
 Жесткость nH/m: 83,1
 Пред. усилие nH: 1551,7

Кэфф. условий работы ус: 1,0
 Кэфф. над-ти по отв. уп: 1,0
 Кэфф. над-ти по мат. уп: 1,1

Результаты расчета

Обобщенный коэфф. запаса: 1,06

Название расчёта	Кэфф.
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (напряжения)	2,38
расчет на прочность изгибаемых элементов сплошного сечения (касательные напряжения)	25,42
расчет на прочность при действии продольной силы с изгибом	1,61
расчет на устойчивость при действии продольной силы с изгибом	1,61
расчет на предельную гибкость элемента	1,06

Жесткостные свойства сечения	Значение
Продольная жесткость EA (1 эл-т), МН	1662,5
Изгибная жесткость EJ (1 эл-т), МНм	36,7

Подбор Отчет Принять

Подбор сечения распорки

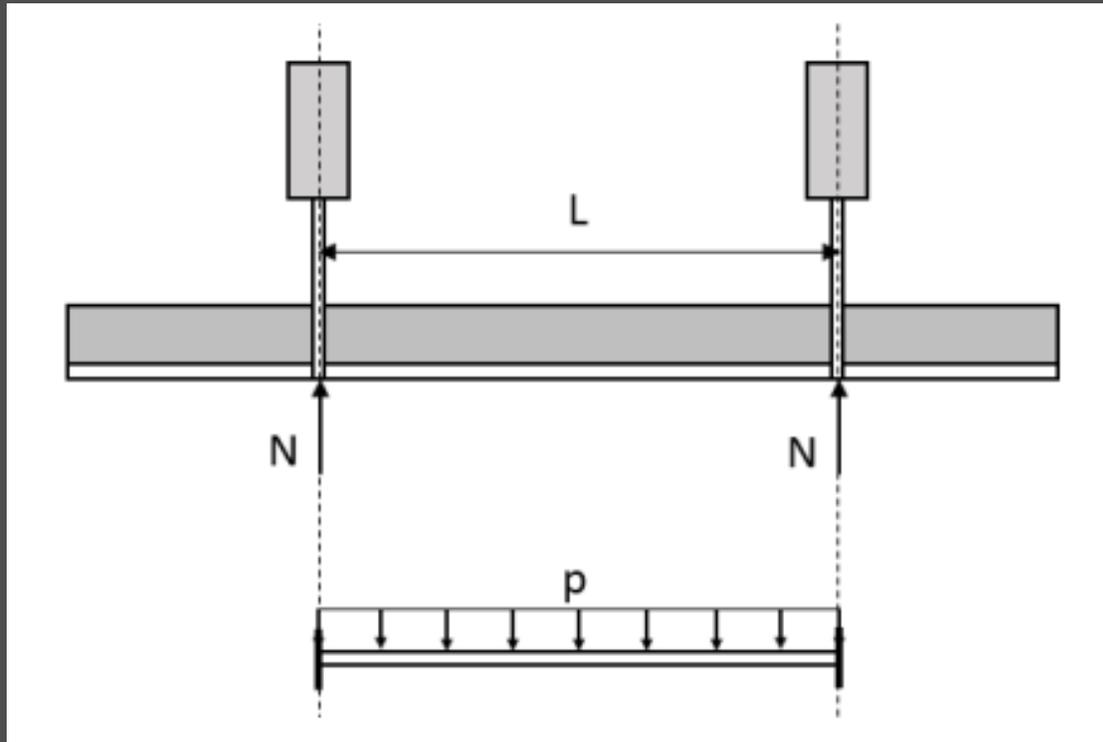


Схема GeoWall 7

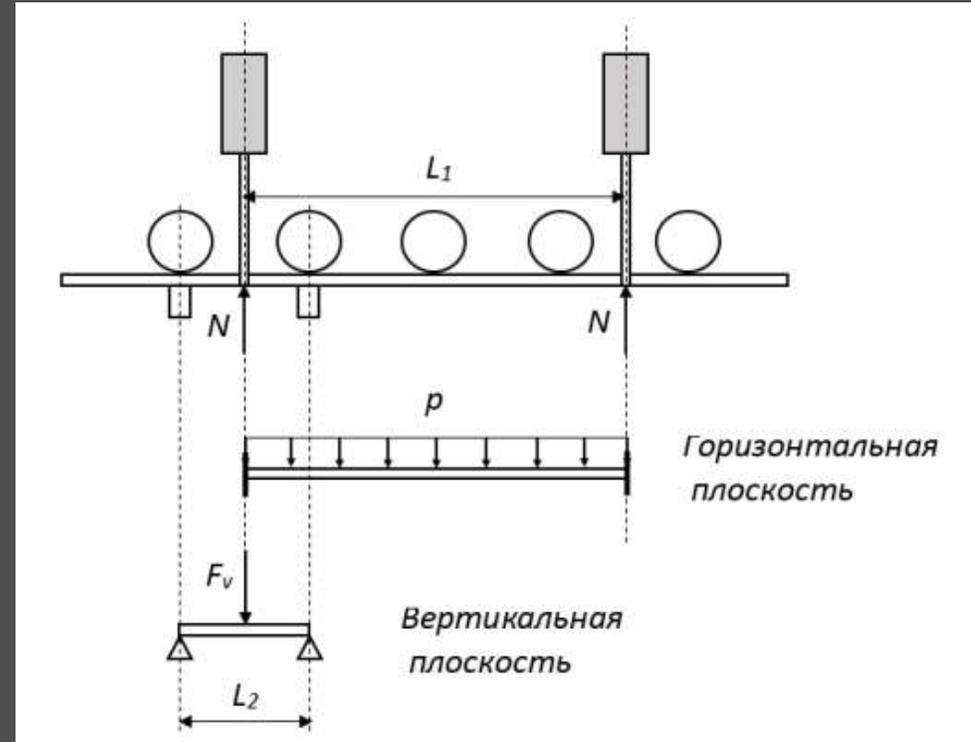


Схема Ченга



/malininsoft
/malininsoft_chat



/malininsoft



MalininSoft
Струйная цементация грунтов

MalininSoft.ru

+7 (342) 204-02-08

Info@MalininSoft.ru

+7 (342) 231-87-71

Malin|n soft

Спасибо за внимание!